

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE
VERTIMIENTOS DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A.**

DANIELA GUZMÁN RESTREPO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2012**

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE
VERTIMIENTOS DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A.**

**DANIELA GUZMÁN RESTREPO
2075281**

**Pasantía institucional para optar al título de Administradora del Medio
Ambiente y de los Recursos Naturales**

**DIRECTORAS
ELIZABETH MUÑOZ,
BIOLOGA, MSc.
BEATRIZ SALGUERO,
INGENIERA SANITARIA, MSc**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2012**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el comité de grado
en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Universidad
Autónoma Occidente para optar el
título de Administrador Ambiental**

ALEJANDRO SOTO DUQUE

Jurado

JULIO CESAR MONTOYA VILLEGAS

Jurado

Santiago de Cali, 28 de Mayo de 2012

“A Dios por darme la oportunidad y la sabiduría para culminar mis estudios con éxito.

A mis padres María Fernanda y Marco Tulio por su amor, apoyo incondicional y paciencia.

A mi familia y a todas aquellas personas que me acompañaron en este gran camino.”

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme finalizar con éxito esta etapa de mi vida.

A los docentes de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali, por brindarme orientación y compartir conocimientos a lo largo de este ciclo.

A la Ingeniera Beatriz Salguero por su constante guía, aportes académicos, entrega, apoyo y motivación haciendo posible este trabajo.

A la Bióloga Elizabeth Muñoz por sus aportes académicos y colaboración permanente.

Al Ingeniero Evelio Castaño por su colaboración y servicio.

A la Administradora del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Miryam Quintero por su apoyo permanente en mi proceso.

Al Ingeniero Carlos Maldonado por su apoyo y colaboración.

Al laboratorio GENFAR S.A por haber permitido realizar mi trabajo de grado.

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	16
RESUMEN	20
INTRODUCCIÓN	22
1. ANTECEDENTES	24
1.1 MARCO NORMATIVO VIGENTE	24
1.2 ASPECTOS SECTORIALES Y TERRITORIALES	28
1.2.1 Hidrografía	28
1.2.2 Niveles freáticos en el área	28
1.2.3 Aguas subterráneas	29
1.2.4 Paisaje y recursos escénicos	29
1.2.5 Clima	29
1.2.6 Precipitación	30
1.2.7 Temperatura	30
1.2.8 Componente biótico	30
1.2.9 Flora	30
1.2.10 Fauna	31
1.3 COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO	31
1.4 PERMISOS Y AUTORIZACIONES DE CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA (PTAR)	33
2. ALCANCE	34

3. OBJETIVOS	35
4. METODOLOGÍA	36
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
4.2 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	39
4.3 DIAGNÓSTICO DE RIESGOS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	44
4.3.1 INSPECCIÓN	44
4.3.2 LISTA DE VERIFICACIÓN	44
5. ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADAS AL VERTIMIENTO	53
5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	53
5.2 CARACTERÍSTICAS E INFLUENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	56
5.2.1 Infraestructura del sistema: Descripción del sistema de tratamiento de las aguas residuales	56
5.2.2 Puntos de vertimiento	59
5.2.3 Análisis estadístico de los datos	71
5.2.4. Áreas de influencia directa e indirecta	78
6. ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO	82
7. PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. (MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN)	92
8. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES	95
9. RUTINAS DE OPERACIÓN EN LA PTAR	99
10. PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA	100
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	104

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Georeferenciación de los puntos de muestreo	37
Tabla 2. Valor de la Demanda Química de oxígeno	40
Tabla 3. Demanda Bioquímica de oxígeno esperado	40
Tabla 4. Fases para la identificación de los riesgos existentes en GENFAR S.A	43
Tabla 5. Características ambientales y de la PTAR para la identificación de riesgos	43
Tabla 6. Rangos de calificación para el estado actual de la PTAR	44
Tabla 7. Metodología para la identificación de los peligros existentes en la PTAR	46
Tabla 8. Valoración de la probabilidad de ocurrencia	47
Tabla 9. Gravedad sobre la calidad ambiental y entorno socioeconómico y cultural	47
Tabla 10. Gravedad sobre el entorno organizacional y financiero	47
Tabla 11. Explicación de términos	48
Tabla 12. Datos generales del Municipio de Villa Rica	54
Tabla 13. Límites del municipio de Villa Rica	54
Tabla 14. División político-administrativa	55
Tabla 15. Distribución cajas de almacenamiento de aguas residuales GENFAR S.A	60
Tabla 16. Puntos de vertimiento primer piso, sector norte	60
Tabla 17. Puntos de vertimiento primer piso, sector sur	61

Tabla 18. Total puntos de vertimientos primer piso (Aguas domésticas y aguas industriales)	61
Tabla 19. Total puntos de vertimientos segundo piso (Aguas domésticas y aguas industriales)	61
Tabla 20. Puntos de vertimiento tercer piso	62
Tabla 21. Total puntos de vertimientos tercer piso (Aguas domésticas y aguas industriales)	62
Tabla 22. Consolidación de muestras 2011	63
Tabla 23. Consolidación muestras Sólidos Suspendidos	66
Tabla 24. Consolidación muestras Demanda Bioquímica de Oxígeno. (DBO₅)	67
Tabla 25. Consolidación muestras pH	68
Tabla 26. Consolidación Demanda Química de Oxígeno (DQO)	68
Tabla 27. Porcentaje de remoción SST	69
Tabla 28. Porcentaje de remoción DBO₅	70
Tabla 29. Valores de los estadísticos y <i>p</i> - <i>valor</i>, para cada uno de los parámetros	72
Tabla 30. Promedio probabilidad de ocurrencia	88
Tabla 31. Puntuación promedio de gravedad para el entorno de la calidad del medio ambiente	88
Tabla 32. Puntuación promedio de gravedad para el entorno Socioeconómico y Cultural	89
Tabla 33. Puntuación promedio de gravedad para el entorno organizacional y financiero	89
Tabla 34. Procesos para tratamiento de aguas residuales	92
Tabla 35. Métodos para la remoción para los metales pesados	92

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Plano general del municipio de Villa Rica, Cauca	54
Figura 2. Mapa división político-administrativa cauca	55
Figura 3. Diagrama de flujo planta del tratamiento de aguas residuales	59
Figura 4. Valores de los sólidos suspendidos totales en los puntos de muestreo	73
Figura 5. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno en los puntos de muestreo	74
Figura 6. Valores del pH en los puntos de muestreo	75
Figura 7. Valores de la DQO en los puntos de muestreo	76
Figura 8. Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales	77
Figura 9. Porcentaje de remoción de DBO₅	78
Figura 10. Diagrama de flujo- proceso productivo	81

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Marco legal	24
Cuadro 2. Lista de chequeo para el diagnóstico inicial de la PTAR	45
Cuadro 3. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgo interno	49
Cuadro 4. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgo externo	50
Cuadro 5. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgos ambientales	51
Cuadro 6. Valoración de riesgos	51
Cuadro 7. Evaluación del riesgo ambiental	52
Cuadro 8. Análisis de Riesgos del Sistema de Vertimiento	82
Cuadro 9. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo interno	84
Cuadro 10. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgos ambientales	87
Cuadro 11. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo externo	88
Cuadro 12. Riesgo ambiental entorno calidad del medio ambiente	89
Cuadro13. Riesgo ambiental entorno socioeconómico y cultural	90
Cuadro 14. Riesgo ambiental entorno organizacional y financiero	90

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1. Planta de GENFAR S.A, Villa Rica, Cauca.	53

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Matriz aspectos aguas	108
Anexo B. Riesgos internos	115
Anexo C. Riesgos ambientales	118
Anexo D. Riesgos externos	120

LISTA DE SIGLAS

1. Demanda bioquímica de oxígeno	DBO
2. Demanda química de oxígeno	DQO
3. Sustancias activas al azul de metileno	SAAM
4. Oxígeno disuelto	OD
5. Potencial de hidrógeno	pH
6. Índice volumétrico de lodos	IVL
7. Sólidos suspendidos totales	SST
8. Sólidos suspendidos	SS
9. Grados en escala centígrada	°C
10.Planta de tratamiento de aguas residuales	PTAR
11.Metros	m
12.Litros	L
13.Minutos	min
14.Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca	CVC
15.Corporación Autónoma Regional del Cauca	CRC
16.Corporación Autónoma Regional de Risaralda	CARDER
17.Departamento Administrativo de Gestión Ambiental	DAGMA
18.Salario mínimo mensual vigente	SMMV
19.Asociación Nacional de Empresarios de Colombia	ANDI

GLOSARIO

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO: la DBO es un indicador del grado de contaminación orgánica del agua. Es la cantidad de oxígeno que requieren los organismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias presente en aguas domésticas, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de estos efluentes sobre la calidad de agua de los cuerpos receptores. Este parámetro es el más usado para medir la calidad de las aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas organizas permisibles en fuentes receptoras. (Romero, 2001)

Una DBO Oxígeno muy alta significa que no tiene suficiente oxígeno para biodegradar la materia orgánica presente en la muestra en un período corto. En este caso lo indicado para disminuir este parámetro, es oxigenar el agua y en caso de ser un agua industrial lo recomendado es efectuar un pre- tratamiento.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO: corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación al dicromato de potasio o permanganato en medio ácido. (Ramalho, 2003). Desde el punto de vista ambiental, la DQO es una medida aproximada del contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua. (Romero, 2001).

DETERGENTES, SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno): estos son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites, que tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en que se hallan disueltos. La presencia de detergentes disminuye la tensión superficial del agua y favorece la formación de espumas, aun en bajas concentraciones; cuando se acumula en la interfaz aire-agua por la presencia de proteínas, partículas sólidas finas y sales minerales disueltas. Además inhiben la actividad biológica y disminuyen la solubilidad del oxígeno. (Romero, 2001)

Los detergentes deben ser tratados, ya que estos son la fuente principal de fósforo en las aguas residuales y causantes de la eutrofización en lagos. (Romero, 2001)

FENOLES: son compuesto aromáticos comunes que se encuentran en las aguas residuales industriales. En las aguas residuales se consideran no biodegradables, además de una alta demanda de oxígeno. (Romero, 2001)

GRASAS Y ACEITES: son consideradas los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e interfieren con la actividad biológica, ya que son difíciles de biodegradar. Se debe tener en cuenta que las grasas y aceites de origen vegetal y animal son comúnmente biodegradables y en forma emulsificada se pueden tratar en plantas de tratamiento biológicas. Sin embargo, cargas muy altas pueden afectar la planta. (Romero, 2001)

Estos compuestos tienden a solidificarse y adherirse a las líneas de desagüe, causando acumulaciones que producen ineficiencia en los sistemas de bombeo, las cañerías, las líneas de desagüe y las estaciones de bombeo. (Romero, 2001) Relacionado con los impactos de no tratar las grasas y los aceites en las aguas residuales, se encuentran los brotes de algas filamentosas, clarificación o decantación ineficiente y la eliminación ineficiente de los sólidos.

OXÍGENO DISUELTO (OD): gas de baja solubilidad en el agua, requerido para la vida acuática aerobia. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto limita la capacidad auto purificadora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas para su disposición final. La concentración de oxígeno disuelto es función de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad del agua. (Romero, 2001)

La determinación del oxígeno disuelto es el fundamento del cálculo de la DBO y de la valoración de las condiciones de aerobividad del agua. Generalmente todo proceso aerobio requiere una concentración de OD mayor de 0,5 mg/L. el suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de importancia para el diseño, la operación y evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La cantidad de oxígeno que se transfiere al agua residual, en un tanque de aireación de un proceso de lodos activados, debe ser suficiente para satisfacer la demanda de la masa microbial existente en la PTAR y para mantener un residual de OD generalmente de 0,2 mg/L. (Romero, 2001)

pH: (potencial de hidrógeno), es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno en el agua $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Cuando el pH llega a un punto de equilibrio, el agua se ioniza ligeramente.

El pH indica la acidez o alcalinidad de una sustancia. Este se determina por el número de iones libres de hidrógeno (H^+) en una sustancia. El agua disuelve casi todos los iones, por tanto el pH sirve como indicador, ya que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H^+) y el número de iones hidroxilo (OH^-). (Water Treatment Solutions). El pH se mide en una escala de 0 a 14, donde se indica lo siguiente: Cuando el número de protones y de iones hidroxilo es igual, se dice que el agua tiene un pH aproximadamente de 7, por tanto es neutra. (Water Treatment Solutions)

Por el contrario, cuando en una sustancia el pH es mayor de 7, es decir que el número de iones hidroxilo es mayor que los protones, se dice que es una sustancia básica (alcalina). (Water Treatment Solutions)

Por otro lado, cuando se encuentra un pH menor de 7 en una sustancia, es decir que el número de protones es mayor que los iones hidroxilo, se dice que es ácida. (Water Treatment Solutions)

Cuando se descarga agua residual al medio natural con un pH inferior o igual a 4, el agua es demasiado ácida y se define como corrosiva, este tipo de aguas puede llegar a disolver metales y otras sustancias con las que puede llegar a tener contacto. Por el contrario, cuando el agua residual tiene un pH de 8.5 o mayor, el agua es incrustante principalmente en calderas y tuberías.

Debido a lo mencionado anteriormente, el pH es un parámetro de vital importancia para definir la calidad del agua, ya que dependiendo del rango en el que se encuentre este puede afectar negativamente la vida acuática, los ecosistemas acuáticos se desarrollan y sobreviven en el agua con un pH entre 6,5 y 8,5 aproximadamente.

PRUEBAS DE SEDIMENTABILIDAD, ÍNDICE VOLUMÉTRICO DE LODOS (IVL): la formación del flóculo en el sedimentador secundario y en el tanque de aireación, por cuestiones de turbulencia y actividad de los microorganismos no hay sedimentación. Una vez que el licor mezclado (barro + efluente) entra al sedimentador secundario, la turbulencia es mínima y la actividad de los microorganismos decrece. Aunque las bacterias individualmente son muy ligeras

para sedimentar, se pueden agrupar para formar un floculo que es lo suficientemente pesado para sedimentar. (La velocidad de sedimentación dependerá de la edad del lodo, material atrapado en el floculo y número de organismos filamentosos). Por otra parte, la velocidad de sedimentación del lodo, debe ser lenta para que todo el material sea atrapado en éste, un buen lodo es de color café chocolate claro. La prueba de sedimentación es un indicador para juzgar la calidad del lodo, la información de esta prueba puede advertir de cambios necesarios en el sistema.

Cuando se realiza la prueba de sedimentación, se observa el flóculo y la formación del manto de lodo. Los resultados de la prueba de sedimentación, son usados para calcular el índice volumétrico del lodo (IVL).

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES: los SST de un agua, son el residuo de evaporación y secado a 103 – 105 grados centígrados.

Sólidos en suspensión: Sólidos no filtrables (en suspensión), son aquellos que se encuentran en la columna de agua, excepto los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Los sólidos en suspensión son aquellos que tienen partículas superiores a 1 micrón. (Velazquez, Mólgora y Ortiz).

TEMPERATURA: es de vital importancia en las aguas residuales por su efecto sobre las características del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento así como sobre el método de disposición final. Generalmente las aguas residuales son más cálidas que las de abastecimiento. (Romero, 2001)

La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica las concentraciones de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacteriana. La tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías, debido al cambio de viscosidad del agua. Los tiempos de retención para tratamiento biológico disminuyen a mayor temperatura. (Romero, 2001)

Así mismo, la temperatura del agua residual es mayor que la temperatura ambiente en períodos fríos y menor que la temperatura ambiental en períodos cálidos. (Romero, 2001)

En cuanto a la actividad bacteriana, la temperatura adecuada está entre 25°C a 35°C. La digestión aeróbica y la nitrificación se suspenden cuando la temperatura alcanza los 50°C. Cuando la temperatura es menor de 15°C la digestión metanogénica es muy lenta, y a temperatura de 5°C la bacteria autotrófica nitrificante deja de operar. (Romero, 2001)

RESUMEN

El documento presenta la formulación del plan de gestión de riesgos para el manejo de vertimientos (industriales, domésticos, betalactámicos) provenientes de la industria farmacéutica GENFAR S.A, planteando estrategias, planes y procedimientos, con el objetivo de controlar los riesgos ambientales existentes producidos por la actividad empresarial.

Se plantea una propuesta de optimización para la planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de tratar las aguas residuales industriales y minimizar la contaminación ambiental que afecta directamente al humedal El Candil. Por tal razón se reconocen e identifican los diferentes riesgos a los que se expone el medio natural, social y financiero, evaluando la probabilidad de ocurrencia del impacto que genera directa o indirectamente la PTAR.

Se identificaron 4 puntos de muestreo analizando parámetros físico-químicos como, pH, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Proporcionando elementos para determinar las situaciones críticas en el manejo de la PTAR y generar una propuesta para optimizar su monitoreo, control e información como el diseño de manuales acorde con las necesidades de la planta.

Dicha propuesta se realiza con base en el Artículo 42, sobre los requisitos del permiso de vertimientos, numeral 20, contemplado en el Plan de Gestión de Riesgos para el Manejo de Vertimientos del Decreto 3930 de 2010 relacionado con el uso de recurso hídrico y vertimientos y el Artículo 3. Planes de contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas del Decreto 4728 de 2010.

PALABRAS CLAVES: contingencia, riesgo, vertimiento, emergencia, GENFAR S.A., Decreto 3930

ABSTRACT

The document shows the formulation of the management plan to handle industrial, domestic and antibiotics coming from the pharmaceutical industry GENFAR S.A, contributing strategies, plans and procedures, in order to control the existing environmental risks produced by industry activity.

I have a proposition of optimization for the dump water treatment plant to minimize the environmental contamination that directly affects El Candil wetland. For that reason we know and identify the different kinds of risks that the environment, social and financial side is expose to, evaluating the probability of the impact produced direct or not direct the PTAR.

I identify four testing points analyzing physicochemical parameters like, pH, totally suspend solids, biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand. Providing elements to determine critical situations handling PTAR and generate a propose to optimize it's monitoring, control and information as manual designs related with the industry needs.

That propose is based in the Article 42, about dumping permit requirements, numeral 20, based on the risk management plan for the management of dumping Act 3930 of 2010 related with the use of hydric and dumping resources Article 3. Contingency plans of handling spills of oils or hazardous substances of decree 4728 of 2010.

KEYWORDS: Contingency, Risk, Dump, Emergency, GENFAR S.A., Decree 3930

INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica GENFAR S.A cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales desde hace aproximadamente 10 años, con un caudal aproximado de 25 L/min. La construcción de esta planta de tratamiento surge de la necesidad de cumplir con las Normas y Legislaciones (Decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010) para el uso del agua y residuos líquidos, uso de recurso hídrico y vertimientos, que además incluye la formulación y ejecución de un Plan de Gestión de Riesgo Para el Manejo de Vertimientos.

El reconocimiento de la planta de tratamiento y la recolección de la diferente información, se inició en el mes de Mayo de 2011 y finalizó en el mes de Noviembre de 2011, en un lapso de cinco (5) meses durante los cuales se colectó la información suficiente para formular un plan de gestión de riesgos para los vertimientos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la industria GENFAR S.A. Para tal efecto, se tomaron veinte (20) muestras, en cuatro puntos estratégicos, de tal forma que abarcaran los diferentes tipos de agua (domésticas e industriales). Cabe resaltar que a las aguas provenientes de la planta de betalactámicos (antibióticos) se le tomaron 2 muestras, una con proceso y otra sin proceso, además se identificó un punto de muestreo localizado a la entrada a la PTAR y otro después de su paso por la misma.

En los diferentes muestreos se analizaron los parámetros de: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), pH, Sólidos suspendidos totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO). El muestreo se realizó en los meses de junio, agosto y septiembre de 2011 y las muestras se analizaron en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Valle), los resultados se obtuvieron en cinco (5) días hábiles, después de la toma de cada muestra.

Para Proinsa Ltda.¹, establecimiento comercial dedicado a la elaboración de mediciones y diagnósticos ambientales, prestadora de asesorías a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC, Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC, Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER, Departamento Administrativo de Gestión Ambiental-Dagma, entre otras, actualmente GENFAR S.A cumple con la Norma anterior (Decreto 1594 de 1984), y el objetivo es ajustarse a la nueva Norma (Decreto 3930 de 2010). Además se

¹ Proinsa Ltda. Ingeniería Ambiental aplicada al manejo de procesos de producción y obras de desarrollo y saneamiento básico y ambiental.

² El orden de este documento se ajusta estrictamente a la metodología expuesta por el Decreto 3930 del 2010, por lo tanto no lleva explícito justificación y problemática.

realizó revisión bibliográfica para la formulación del plan de contingencia el cual establece un conjunto de acciones, que permiten reaccionar eficazmente a cualquier interrupción de un conjunto de procesos de un área específica. El plan de contingencia tiene como función entre otras la de promover alternativas para garantizar la continuidad de los procesos que se ven afectados o interrumpidos.

1. ANTECEDENTES

Para la elaboración del plan de gestión de riesgos es necesario consultar la normatividad vigente y aplicable, al recurso hídrico, pues se adquiere un conocimiento amplio sobre su uso y disposición final, además de los requerimientos y obligaciones que se adquieren al generar aguas residuales. El cuadro 1 registra la legislación vigente Colombiana.

1.1 MARCO NORMATIVO VIGENTE

Cuadro 1. Marco legal

Normas Generales	
Constitución política de Colombia	Constitución política de Colombia
Decreto Ley 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el sistema nacional ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
Políticas Nacionales Del Medio Ambiente	
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	Objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégicas para el manejo del recurso hídrico del país en un horizonte de 12 años.
Decreto Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Recurso Agua	

Cuadro 1. Marco legal (Continuación)

Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 3100 de 2003	Por medio del cual se reglamentan la tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones
Decreto 3440 de 2004	Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 1433 de 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 2145 de 2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV
Autorizaciones y Licencias Ambientales	
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979 así como el capítulo II del Título VI - Parte III Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de Agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010
Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias Ambientales.

Cuadro 1. Marco legal (Continuación)

Resolución 1280 de 2010	Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2.115 smmv y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el Artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa.
Decreto 1220 de 2005	Por la cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Decreto 500 de 2006	Por medio del cual se modifica el Decreto 1220 de 2005, reglamentario del Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales
Decreto 4742 de 2005	Por el cual se modifica el Artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.
Decreto 155 de 2004	Por el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. Modificado en su Artículo 12 por el Decreto 4742 de 2005
Resolución 0512 de 2007	Por la cual se fija el período de facturación, cobro y recaudo de las tasas por utilización de aguas.
Decreto 872 de 2006	Por la cual se establece la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas subterráneas a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.

Cuadro 1. Marco legal (Continuación)

Resolución 865 de 2004	Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 1594 de 1984	Lineamientos para los permisos de vertimientos.
Decreto 1220 de 2005	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 1074 de 1997	Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos.
Resolución 0098 de 1999	Por la cual se otorga la Licencia Ambiental a la Industria farmacéutica GENFAR S.A
Resolución 0042 de 2000	Por la cual se modifica una Licencia Ambiental a la industria farmacéutica GENFAR S.A
Resolución 0571 de 2002	Por la cual se otorga permiso de vertimientos a la industria farmacéutica GENFAR S.A
Resolución 1054 de 2011	Por la cual se otorga permisos de vertimientos a la Industria farmacéutica GENFAR S.A

1.2 ASPECTOS SECTORIALES Y TERRITORIALES

GENFAR S.A está ubicado en la zona plana del Valle Geográfico del río Cauca, a 10 Km de la cabecera municipal de Santander de Quilichao en la vereda la Arrobleda, corregimiento de Villa Rica. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998). A continuación se describen los componentes ambientales donde está ubicado el complejo farmacéutico.

GENFAR S.A se encuentra en un suelo de origen sedimentario del período cuaternario, influenciados por la génesis y el desarrollo del río Cauca y todos sus afluentes cercanos al sitio, son suelos finos, limo arcilloso de consistencia dura, pero esta disminuye con la profundidad hasta que se obtiene consistencia media en el fondo de las perforaciones. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998).

Según C.I AMBIENTAL LTDA, 1998, El suelo donde se construyó GENFAR S.A, posee la siguiente característica:

- Capa vegetal y suelo orgánico de colores negro o café oscuro, con un espesor variable entre 0,40 y 0,90 m.
- Capa de limo arcilloso café de consistencia firme y dura, (registrado solo en los sondeos 4-5-6-7 y 8) subyacente al estrato anterior con un espesor promedio de 1.8 m.
- Lente de limo arcilloso amarillo de consistencia firme registrado solo en los sondeos.
- Estrato de limo arcilloso de colores amarillo, rojo y gris, consistencia entre firme y dura, su espesor varía entre 0.90 y 3.0 m.
- Estrato de limo arcilloso de color rojo o rojo con betas grises, de consistencia entre firme y dura, su espesor varía entre 2 y 8 m.
- Estrato de limo arcilloso de colores rojo y gris en algunos casos con betas amarillas de consistencia firme, presente a partir de los 4.8 a 9.6 m de profundidad hasta el fondo de las perforaciones.

1.2.1 Hidrografía. El complejo farmacéutico se encuentra ubicado en la parte noroccidente del parque industrial CAUCADESA, limitando con la ciénaga que separa al parque de la hacienda El Limón y al sur con un “pequeño lago artificial”, que se proyectó para mejorar el entorno paisajístico del área, el cual se conserva medianamente hasta el momento. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.2 Niveles freáticos. Para la construcción de dicha industria se hicieron sondeos, donde se obtuvo que la posición del nivel freático varía entre 1.0 y 3.5 m. de profundidad. Con base en ese dato, se pudo calcular que en promedio las

aguas subterráneas afloran a una profundidad de 2.5 m, por tanto existe un riesgo muy alto de contaminación por vertimientos sin tratamiento que lleguen al suelo, pero esto se minimiza por que el suelo tiene un bajo poder de infiltración por ser impermeable. Pero al no ser suficiente la remoción de vertimientos contaminantes, se tuvo en cuenta la construcción de la PTAR para disminuir los residuos contaminantes provenientes de las aguas residuales domésticas, industriales, etc. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.3 Aguas subterráneas. La presencia de aguas subterráneas está asociada directamente a la dinámica de depósito fluvial de los sedimentos provenientes de las cordilleras al Valle Geográfico del río Cauca. Según la información brindada por la CVC, 1997, el nivel freático se encuentra a 3m de profundidad promedio, sin embargo se tuvo en cuenta la fluctuación normal en periodos lluviosos y secos.

En el sector predominan los sedimentos de carácter arcilloso, por tanto hay moderados rendimientos específicos para el aprovechamiento del agua subterránea de la industria farmacéutica que a su vez cuenta con dos (2) pozos profundos construidos. El agua subterránea que se encuentra en dicho terreno, presenta altos contenidos de hierro, manganeso y sulfatos que hace que no sea totalmente apropiado para el consumo humano y/o para uso industrial. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.4 Paisaje y recurso escénicos. La zona corresponde al Valle Geográfico del río Cauca, por tanto presenta una topografía plana a ligeramente ondulada, con predominio de cultivos de caña de azúcar, pastos para ganadería y manchas muy pequeñas de bosque relictual secundario localizados a orillas de los caños y sitios cenagosos. En la región abundan también un buen número de zonas pantanosas o humedales y algunos lagos artificiales destinados a la pesca deportiva. El terreno donde se construyó el complejo farmacéutico, tenía una cobertura vegetal correspondiente a gramíneas de pasto *Brachiaria* y estrella, esta se desarrolló en una topografía plana a ligeramente ondulada cuyas pendientes no superan el 3%. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.5 Clima. En el Valle Geográfico del río Cauca, el complejo farmacéutico se encuentra entre las cordilleras occidental y central, las cuales determinan su dirección en sentido S-N, lo que en definitiva afecta el patrón atmosférico local y el clima general debido a la posición del territorio nacional en la franja de transición de la zona de convergencia intertropical (C.I.T). (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.6 Precipitación. La precipitación media del municipio de Villa Rica, Cauca es de 1.850 mm por año. Con lluvias más intensas en los meses de Octubre, Diciembre y Marzo; el período seco se presenta en los meses de Junio, Julio y Agosto. Esto se puede ver influenciado por el río Cauca, río Palo, la Quebrada la Vieja, la Quebrada Tabla, Quebrada La Quebrada, la Quebrada saladillo y la Quebrada Potoco. (Información general de Villa Rica, Cauca, Autor desconocido, 2009.)

1.2.7 Temperatura. El municipio de Villa Rica, Cauca, se encuentra a una altura de 982 metros sobre el nivel del mar, y su temperatura promedio es de 23°C. (Información general de Villa Rica, Cauca, 2009).

1.2.8 Componente biótico. El área geográfica donde se encuentra ubicado la industria, pertenece a la zona de vida bosque sub-andino bajo, ya que la vegetación original de la zona tuvo un proceso de degradación, generado por el uso del uso tales como las actividades agrícolas y pecuarias que convierten la zona en potreros y monocultivos. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998).

1.2.9 Flora. Hasta el año de 1999, que fue construido el complejo farmacéutico, se estableció que el terreno era de vocación agrícola y pecuaria, la alta productividad y la posición estratégica para intercambio comercial a gran escala, hizo de este una región explotada, por tanto su cobertura general era muy reducida. En la región existían gramíneas dedicadas a la ganadería intensiva y semi-intensiva, además había áreas de monocultivos de arroz y caña de azúcar en grandes extensiones y unas pocas de piña (*Ananas comosus*), yuca (*Manihot esculenta crantz*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y cítricos (*Citrus sp.*).

Específicamente en el terreno en el que se encuentra actualmente la industria farmacéutica, predominaba la herbácea, compuesta por pasto estrella (*Pennisetum sp*) y brachiaria (*Brachiaria decumens*). En el humedal que se encuentra en el sector norte de GENFAR S.A se albergaba una vegetación semi arbustiva de porte alto tipo rastrojo y alberga especies como: Helechos (Pteridófitos), cardenillo (*Miconia sp*), dormidera (*Mimosa sp*), escoba negra (*Sida sp*), mayo (*Tibouchina sp*), siete cueros (*Tibouchina urvilleana*), *Bledo amaranthus*, *Ipomea dealbata*, *Desmocelis villosa*, yerbamora (*Solanum nigrum*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), pasto puntero (*Hiparrhenia sp*), guinea (*Panicum maximun*), cortadera (*Cortadera sp*), barba de indio (*Andropogon bicornis* , entre otros.

A grandes rasgos, la vegetación original ha sido reemplazada por áreas de pastoreo, posteriormente se considero la zona para uso industrial, razón por la cual se construyó el complejo farmacéutico. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.2.10 Fauna. Por las características naturales de la zona, se pudo encontrar los siguientes tipos de aves:

- Insectívoras (terrestres y aéreas): El mosquero negro o viuda de Río (*Sayornis nigricans*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), la tijereta sabanera (*Tyrannus savana*) y el cristofué o pecho amarillo (*Pitangus sulphuratus*), la viuda acuática (*Fluvicola pica*), el chorro mayor de patas amarillas (*Tringa melanoleuca*), el playero manchado (*Actitis macularia*), el garrapatero (*Crotophaga major*), entre otras.
- Semilleros o chizgas: El mochuelo (*Volatinia jacarina*), Tomeguín de la tierra (*Tiaris olivacea*), el mochuelo (*Sporophila intermedia*), El espiguero capuchino (*Sporophila nigrocollis*), setillero de laguna (*S. americana*), el semillerito pechicanelo (*S. minuta*), el espiguero ladrillo (*S. luteol*), y el sabanero coludo (*Emberizoides herbicola*). En relación a los peces presentes en la zona, predominan especies típicas de aguas turbias y sustratos fangosos. Las especies comunes son la tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*), carpa espejo (*Cyprinus carpio*) y barbudo (*Pimelodus clarias*).

La zona contaba con una cantidad abundante de peces, y es posible que alrededor de donde se encuentra ubicado el complejo farmacéutico sea más abundante, especialmente en el área de influencia al río Cauca. También se pudo encontrar insectos como: lepidópteros (mariposas) pertenecientes a las familias Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Morphinae y los órdenes Diptera (moscos, zancudos), Hymenóptera (abejas, avispas, hormigas), Coleópteros (cucarrones), Ortópteros de las familias Phasmidae y Tettigonidae (grillos), Homópteros (chicharras), Odonata (libélulas), Hemiptera (chinches), entre otros. Se encuentran también los moluscos (babosas) y caracoles de género Pomacea. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998)

1.3 COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICOS.

GENFAR S.A está ubicado en la zona plana del valle geográfico del río Cauca, a 10 Km de la cabecera municipal de Santander de Quilichao en la vereda la Arrobleda, corregimiento de Villa Rica. La región tiene vocación agrícola y ganadera. En la parte agrícola se destacan siembras de piña, yuca, tomate de mesa, café arábigo, sorgo, maíz, frutales no tecnificados, etc. además se destaca

los cultivos tecnificados de arroz y caña de azúcar. Cabe resaltar que el municipio de Villa Rica, Cauca, pertenecía al municipio de Santander de Quilichao, cuando Villa Rica se separó de este, tuvo consecuencias negativas, ya que disminuyeron las zonas dedicadas a la agricultura y ganadería, afectando la economía del nuevo municipio. (C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998).

La población de Villa Rica, Cauca se ha visto afectada históricamente en aspectos económicos, políticos y culturales. Es por esto que surge la Ley Páez influyendo favorablemente en el municipio, con la construcción de diferentes empresas en la región, por los beneficios de la exoneración tributaria, además de las ventajas geográficas y sociales de la zona. La idea era un desarrollo empresarial producto de la actividad económica de las empresas que se establecieran en la zona, pero esto no resultó como se planteó inicialmente; pues los habitantes del sector no se estaban beneficiando, ya que fueron pocas las personas que se vincularon laboralmente, al parecer la implementación de la Ley Páez sólo ofreció beneficios a las empresas. La emergencia de la implementación de la Ley Páez, surge como solución para las poblaciones afectadas por la avalancha ocasionando el desbordamiento del río Páez, producto de un movimiento telúrico en el municipio de Toribío (Cauca). Siendo una medida tributaria que favorecía impulsada al desarrollo, ya que se iban a construir empresas en la región.

Las exenciones tributarias fueron sustentados con el Decreto 1264 del 21 de junio de 1994, adicionalmente el Decreto 1265 del 21 de junio de 1994 dictó disposiciones de líneas de crédito especiales para las empresas que se ubicaran en la región. Pero esto no fue suficiente, por lo tanto se promulgó la Ley 218 de noviembre 17 de 1995 denominada Ley Páez. Esta Ley aumenta el número de municipios que se beneficiarían a raíz del desastre ocurrido. Este Decreto se reglamenta por medio del Decreto 0259 en 1996 cuando gobernaba el ex presidente Ernesto Samper, dictando otras disposiciones y trayendo nuevos beneficios. Pero en 1997 se declara emergencia económica por medio del decreto 150 de 1997 y se conoce como “emboscada contra la Ley Páez” en cuanto a las medidas tributarias, pues los beneficios disminuyeron y se implementaron nuevos requisitos con muchas más exigencias para poder aplicar a los beneficios de dicha Ley.

La Ley Páez trajo los siguientes beneficios: construcción de parques industriales, exención de impuestos, dotación en infraestructura de servicios públicos, transporte, vías de acceso, ubicación cercana a vías principales como lo es la carretera Panamericana, crédito fiscal de inversión realizada en el periodo improductivo, nuevas inversiones deducibles de la renta, importación de maquinaria, equipos, materias primas para las empresas nuevas instaladas. Todo

esto tenía como objetivo principal la generación de nuevos empleos para la región afectada.

La construcción de los parques industriales se realizó en zonas planas del área delimitada como jurisdicción de la Ley Páez aptas para ganadería y agricultura, perjudicando la economía, ya que estas actividades eran la base económica de la zona. Después de varias reuniones municipales, entre otras una reunión con la Asociación nacional de empresarios de Colombia (ANDI), se lograron concretar ciertos puntos importantes, como por ejemplo otorgar empleo a los habitantes de Villa Rica para que las empresas siguieran disfrutando de los beneficios otorgados por la Ley Páez. Esto funcionó hasta cierto límite, pues las empresas tenían distintos intereses para no contratar este personal y preferían asumir las diferentes multas impuestas por el estado. (González y Valencia, 2003).

1.4 PERMISOS Y AUTORIZACIONES OBTENIDAS PARA LA CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) Y PERMISOS DE VERTIMIENTOS.

La Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C. otorgó el permiso de vertimientos de las aguas residuales industriales de la planta farmacéutica GENFAR S.A, con un caudal de 1.45 L/s, al humedal denominado El CANDIL, ubicada en el municipio de Villa-Rica en el departamento del Cauca, en el año 2002 en el mes de julio, por medio de la Resolución 0571. Nueve (9) años más tarde, el 4 de mayo de 2011, por medio de la Resolución 1054 se otorgó de nuevo el permiso de vertimientos a dicha industria por cinco (5) años, para permitir las descargas al Humedal El Candil de las aguas residuales tratadas a generarse en la PTAR del Complejo Farmacéutico Multilatino, el caudal promedio del efluente tratado es de 1.1 L/s según los muestreos arrojados en el año 2010.

Debido a que en el parque Industrial Caucalesa no se construyó una planta de tratamiento para aguas residuales (PTAR), la Industria farmacéutica tuvo la necesidad y la prioridad de construir una PTAR propia. Dada la urgencia de la construcción no se realizó un estudio de riesgos para el área de influencia de la PTAR, además la CRC., no realizó requerimientos en cuanto a cambios en el Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A) realizado anteriormente para la edificación de todo el complejo farmacéutico, por tanto se dejó como base el mismo E.I.A para realizar la planta de tratamiento de aguas residuales. (GENFAR S.A)

2. ALCANCE

Un plan de Gestión de Riesgos, se refiere a un proceso en el que la sociedad reconoce y valora los riesgos a los que está expuesta, formula en consecuencia políticas, estrategias y planes y realiza intervenciones tendientes a reducir o controlar los riesgos existentes y a evitar nuevos riesgos.² Se formula un plan de Gestión de Riesgos para la PTAR de la industria farmacéutica, ubicado en el parque industrial CAUCADESA; este se hace con el fin de evidenciar los tipos de riesgos al medio ambiente y a la comunidad cercana. Este documento, sirve como instrucción para reconocer, detallar, determinar, estudiar, notificar y controlar los riesgos ambientales.

Asimismo, incorpora procedimientos para evitar o reducir los inconvenientes que se puedan presentar en el sistema de tratamiento, ocasionando que las aguas no cumplan con los lineamientos normativos para ser vertidas.

Cabe aclarar que los riesgos ambientales, se asocian a aquellas situaciones accidentales ligadas a la actividad empresarial que pueden causar daños al medio ambiente. Este se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.³

² Gestión de riesgos. [En línea]. Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC, 21 de Marzo de 2011. [Consultado el: 17 de Agosto de 2011.]. Disponible en Internet: (<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=217&conID=412>).

³ Guía Empresarial De Gestión Ambiental . [En línea]. COEPA. Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante, 2007. [Consultado el: 19 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://coepe.net/guias/files/riesgo-ambiental.pdf>.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Formular el plan de gestión de riesgo para el manejo de los vertimientos generados por la industria farmacéutica GENFAR S.A

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico del estado actual del sistema de vertimiento de la industria farmacéutica.
- Analizar la información obtenida a partir de la toma de muestras de los vertimientos generados por la industria farmacéutica.
- Formular un plan de contingencia para los vertimientos generados por el complejo farmacéutico.

4. METODOLOGÍA

La necesidad de la formulación de un plan de gestión de riesgos para vertimientos en la Industria Farmacéutica, según lo exige el Decreto 3930 de 2010 que derogó al decreto 1594 de 1984 en cuanto a usos de agua y residuos líquido, tiene como fin su implementación, además de dar cumplimiento con lo establecido por la ley obteniendo como resultado una mejor calidad de las aguas residuales y de las fuentes receptoras de los vertimientos generados por dicha compañía.

Para la formulación del plan de gestión de riesgos para vertimientos, se hizo una identificación de la normatividad vigente relacionada con el recurso hídrico, los vertimientos, y se tuvo en cuenta la legislación relacionada con la tasa retributiva y los cobros por el manejo del mencionado recurso natural. Una vez identificada la legislación aplicable, se realizó una comparación entre el Decreto 1594 de 1984 y el Decreto 3930 de 2010 para reconocer las diferencias de los decretos mencionados y los nuevos lineamientos para los vertimientos de las aguas, además se resaltaron las diferencias en cuanto a la evaluación de los parámetros físico-químicos de las aguas residuales y se identificaron los parámetros que se deben evaluar en GENFAR S.A por ser una industria farmacéutica.

Una vez que se evaluó la norma vigente, se hizo un reconocimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra ubicada en la compañía, se observaron los procesos, el tipo de tratamiento que se le da a las aguas industriales, teniendo en cuenta que está recibe aguas domésticas y aguas industriales de planta e industriales de betalactámicos, además de las generadas por la empresa Alianza Gráfica ALIGRAF, dedicada a lo relacionado con las artes graficas⁴. Las aguas residuales provenientes de la planta de betalactámicos tienen un pre tratamiento antes de ser vertidas a la planta de tratamiento con las otras aguas residuales.

Para diagnosticar el estado en que se encuentran los vertimientos de la empresa, se definieron 4 puntos principales de muestreo de manera aleatoria. La georreferenciación de las cajas que contienen las diferentes aguas residuales se encuentran relacionadas en la tabla 1. Para la georreferenciación de los puntos de muestreo se utilizó el GPS MAP 60 marca GARMIN.

⁴ Quienes somos. [En línea]. Villa Rica, Cauca. Alianza gráfica, 2008 [Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet: http://alianzagrafica.com/aq08/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=39

Tabla 1. Georeferenciación de los puntos de muestreo.

Tipo de aguas residuales	Georreferenciación
	996 msnm
Aguas residuales industriales	N: 03° 07' 45,4'' W: 076° 27' 58,4''
	1002 msnm
Aguas residuales domésticas	N: 03° 07' 45,5'' W: 076° 28' 00,6''
	1006 msnm
Aguas residuales entrada PTAR	N: 03° 07' 44,3'' W: 076° 27' 51,9''
	1004 msnm
Aguas residuales salida PTAR	N: : 03° 07' 44,5'' W: 076° 27' 53,7''

Los cuatro (4) puntos de muestreo tenían aguas provenientes de: aguas industriales, aguas domésticas, tanque ecualizador (entrada a PTAR) y al finalizar el tratamiento en la salida de la PTAR. A las aguas residuales industriales de la planta de betalactámicos se le hizo una sola muestra, esta no fue constante ya que la planta no tiene proceso permanentemente.

A las diferentes muestras se les realizaron los siguientes análisis: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), pH, Sólidos Suspendidos totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO). Para la toma de las diferentes muestras se utilizaron tarros plásticos de un litro cada uno con sus respectivas tapas y etiquetas para diferenciar las muestras, termómetro digital (HANNA HI 98509-1), nevera de icopor (para almacenar las muestras antes de ser analizadas en el laboratorio) y balde plástico (para recoger cada una de las muestras antes de ser envasadas).

Además se analizó el historial de las muestras de los vertimientos de la empresa, y se calculó un promedio aritmético por cada parámetro para sacar la gráfica del historial comparándola paralelamente con el Decreto 1594 de 1984 y conocer de manera descriptiva el estado de la planta de tratamiento de acuerdo con los monitoreos ya realizados.

Este tipo de muestreo se conoce como muestras compuestas^{5*}, las cuales son una combinación de muestras tomadas en un mismo sitio durante diferentes tiempos, las cuales se utilizan para observar concentraciones promedio y se usan para calcular las cargas o eficiencia de la PTAR.

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la información obtenida de los muestreos se realizó un análisis estadístico de los datos, en este caso se planteó una prueba de hipótesis para contrastar las medias^{6*} de cada uno de los parámetros.

Si μ_o el valor medio del parámetro (histórico) y μ_a el valor del parámetro actual. Se plantea la prueba de hipótesis

$$H_o : \mu_o = \mu_a$$

$$H_a : \mu_o \neq \mu_a$$

Se utilizó la distribución t de Student con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$

Esto se hizo entre las muestras actuales y el historial, y de esta manera se pudo formular un plan de contingencia adecuado de acuerdo con lo estipulado en la Norma (Decreto 3930 de 2010), teniendo en cuenta los límites permisibles de cada parámetro y de esta forma mejorar los procesos de la PTAR. Para el análisis de las muestras se necesitaron los siguientes materiales:

- DQO: para medir la demanda química de oxígeno se utilizó una pipeta automática-tranferpette.
- Un digestor para DQO: HACH-COD REACTOR
- Medidor multiparamétrico con sonda HQ 40d HACH; este mide: Oxígeno disuelto, presión, temperatura, porcentaje de saturación, pH, conductividad, salinidad, sólidos disueltos totales.
- pHmetro: HANNA-HI 8424
- Agua destilada
- DBO respirométrica: LOVIBOND OXIDIRECT.
- Hidróxido de potasio
- Alimento: bacterias.

^{5*} Toma y preservación de muestras; Tipos de muestras - Muestras compuestas.

^{6*} Metodología usada para el análisis estadístico de los muestreos realizados en el año 2011.

4.2 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS:

Para el análisis de la DBO_5 , se tomó agua destilada que se conoce como muestra en blanco y adicional a esta se colectaron 6 muestras de las aguas residuales clasificadas como: aguas residuales industriales, aguas residuales domésticas, aguas residuales provenientes de la planta de betalactámicos, agua mezcladas, aguas del ecualizador (antes de entrar a la PTAR) y por último la muestra del efluente final después de su paso por la PTAR.

En primera instancia se recogieron las muestras de agua en los diferentes puntos ya mencionados; se depositaron en botellas plásticas de 1 litro cada una y se almacenaron en una nevera de icopor, mientras eran llevadas al laboratorio de la Universidad Autónoma de Occidente en la ciudad de Cali, Valle del Cauca; en el mismo momento que fue tomada la muestra de agua residual se tomó su temperatura y la temperatura ambiente.

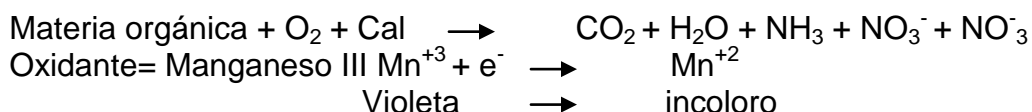
En el laboratorio de la Universidad Autónoma de Occidente se midieron los siguientes parámetros, con el agua aún dentro de las botellas:

- pH
- Sólidos Disueltos Totales

Posteriormente se analizaron los siguientes parámetros:

- Sólidos en Suspensión
- Sólidos Totales
- Sólidos en Suspensión después de una (1) hora de reposo
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno a Cinco (5) días (DBO_5)

Para la medición de DQO; se tomó una muestra con agua destilada, conocida como muestra en blanco, y se recogieron las muestras de aguas residuales que fueron calentadas en un digestor por un tiempo determinado, en este caso se dejaron 2 horas a una temperatura de 150°C , todo esto se hizo con un agente oxidante muy fuerte (Manganeso (III) (Mn (III))). Este agente se reduce cuando se suministra O_2 en la muestra para obtener como resultado la oxidación y degradación de la materia orgánica presente en la muestra de agua residual, de acuerdo con la siguiente reacción:



La medida del cambio de color del agente oxidante (Mn (III)), es proporcional a la cantidad del O₂, presente en cada muestra, cedido y usado por la materia orgánica biodegradable para estabilizarse, la lectura del cambio en el color se realizó por medio del espectrofotómetro que suministró el valor de los mgO₂/l de muestra agua, que fueron demandados.

La toma de agua se hizo por medio de la pipeta automática, y se almacenó en tubos de vidrio mezclada con el agente oxidante para luego ser llevados al Digestor para DQO HACH – COD REACTOR en el tiempo y con la temperatura ya mencionadas. Esta medición se realizó con los datos que se encuentran resaltados a continuación:

Tabla 2. Valor de la Demanda Química de oxígeno

Rango esperado DQO REACTIVO HACH	Volumen muestra y blanco	Lectura mgO ₂ /L		En espectrofotómetro	
		DR/ 2010 Programa	Página	DR/ 4000 Programa	página
0 - 1500 PTAR domésticas	2	435	572	2720	597
Mn 20 – 1000	0,5	432	589	2730	573

Para la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ (muestra DBO₅ para materia orgánica degradable biológicamente) se muestra a continuación la tabla 3.

Tabla 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno esperado.

DBO ₅ esperado	Volumen muestra de la PTAR en ml
0 – 350	160
0 – 700	95

La DBO_5 es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un período de incubación de 5 días y a 20°C .

Como se mencionó anteriormente las muestras se colectaron en botellas plásticas de 1 litro rotuladas con el nombre de donde se tomó el agua residual, para la muestra de la DBO_5 , se extrajeron 200ml de agua por medio de unos recipientes de vidrio.

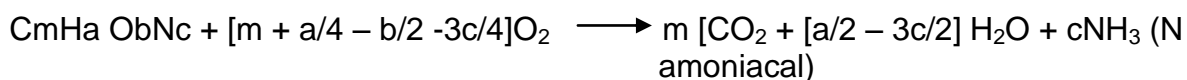
Una vez las muestras fueron depositadas en las botellas respectivas, se les adicionó “alimento”, se estabilizaron y se colocaron en el equipo BODTRAK, las cuales quedaron conectadas con los sensores de presión por medio de tapones y tubos, de esta manera las bacterias que ya fueron depositadas en las muestras usaron el oxígeno disuelto que se encontraba en las muestras y este fue reemplazado por oxígeno que se encontraba confinado en la botella hermética, para oxidar la materia orgánica.

El aire que se encontraba dentro de la botella con la muestra de agua residual contenía aproximadamente 21% de oxígeno y sirvió para reponer el oxígeno que consumieron las bacterias; la barra magnética agitadora facilitó la transferencia de oxígeno del aire contenido en la muestra y ayudó a simular las condiciones naturales. Los sensores de presión controlaron la presión del aire que existía en las botellas de las muestras y cuando esta presión descendió por el consumo de las bacterias, el cambio de presión se convirtió en mgDBO/L .

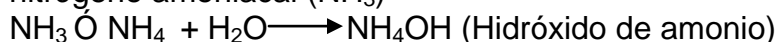
Durante la biodegradación de la materia orgánica, los microorganismos oxidan la materia orgánica de la muestra de agua, eliminando CO_2 , que puede llegar a interferir con la lectura de Δ (cambio) presión del oxígeno consumido, para evitarlo se colocaron cristales de LiOH (Hidróxido de litio) en el tapón hermético de las botellas antes de la prueba. Se tiene así la siguiente reacción:



Reacciones durante 5 días $DBO=$



En condiciones aeróbicas y a medida que envejece la contaminación, el nitrógeno orgánico (NH_4^+) por degradación de la materia orgánica se transforma en nitrógeno amoniacal (NH_3)



Y en etapas finales, NO_2^- nitritos y después en NO_3^- nitratos inorgánicos.

Inicialmente a las botellas se les suministró nutrientes como N_2 , P, oligoelementos para las bacterias. Además de ese alimento, se adicionó en el tapón hidróxido de potasio KOH a una concentración del 45% de solución.

Por otro lado, también se identificaron los posibles escenarios de riesgo en cuanto a los vertimientos, para esto fue necesario conocer el número de puntos de vertimientos que tiene la compañía, esta identificación se realizó por medio de los planos existentes, facilitados por el departamento de construcciones de la empresa. Una vez identificados los puntos de vertimientos, se recopiló información acerca del tipo de procesos que se realizan en las áreas y se identificó el número aproximado de lavado de las áreas.

Para la identificación de los riesgos ambientales y sociales causados por los vertimientos de GENFAR S.A, se buscaron los factores de riesgo, conociendo e interpretando los diferentes peligros que son perjudiciales para el medio ambiente. Esta identificación se logró realizando un inventario de los posibles peligros que podrían llegar a causar algún tipo de daño a la industria farmacéutica y el territorio aledaño, incluyendo el medio natural y la integridad humana.

Inicialmente se definieron los factores ambientales donde se pudiesen identificar los diferentes impactos ya sean internos o externos del entorno; en este caso los riesgos provocados por el manejo de las aguas residuales de la compañía. Posteriormente se examinaron los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales y se señalaron los factores ambientales ya identificados y se asociaron los posibles impactos para cada aspecto. La tabla 4 muestra las fases a seguir para la identificación de los diferentes riesgos.

Tabla 4. Fases para la identificación de los riesgos existentes en GENFAR S.A

Planeación	Reconocimiento y compilación de la información	Plantear una lista con los posibles peligros existentes
Preparar y organizar la información necesaria para identificar peligros y definir el objeto del plan de riesgos para vertimientos.	Se hace un reconocimiento de la planta farmacéutica, con el fin de conocer sus procesos y la procedencia de las aguas residuales	Se elaboró una lista con los peligros generados por la actividad de la PTAR, ya que sirven de soporte para definir el riesgo ambiental. Se tienen en cuenta riesgos internos y externos.
Identificación del proceso de la PTAR	Recorrido por la planta de tratamiento de aguas residuales, conociendo su proceso, identificando los puntos de riesgo.	La lista se elabora de acuerdo a la información sobre las fuentes de riesgo de la PTAR

El reconocimiento de la industria y de su respectiva planta de tratamiento se realizó con el fin de identificar los aspectos que generaron los riesgos. (Tabla 5)

Tabla 5. Características ambientales y de la PTAR para la identificación de riesgos.

Medio Natural	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Aspectos sectoriales y territoriales	Características técnicas
Fisiografía natural y ecosistemas	Infraestructura del sistema (operación de la PTAR)
Vulnerabilidad del entorno ambiental	Infraestructura vial
Factores generadores de riesgo a la planta de tratamiento de aguas residuales.	Presencia institucional (corporaciones autónomas competentes)

4.3 DIAGNÓSTICO DE RIESGOS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

4.3.1 Inspección. Consiste en la realización de visitas a la planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de verificar su estado y su cumplimiento de la norma ambiental vigente.

La visita con el encargado del mantenimiento de la PTAR se registró por medio de grabaciones en video para soportar la información obtenida sobre el proceso de la PTAR. El video se realizó con una cámara digital marca FUNJI. Cabe aclarar que el registro también queda de manera escrita.

4.3.2 Lista de verificación. Para la evaluación inicial de la planta de tratamiento, se realizó una lista de chequeo que se enfocó en la calidad, ubicación, monitoreo y cumplimiento de la normatividad vigente de la PTAR. La calificación se plantea de la siguiente manera: diez (10) es el puntaje mínimo y cien (100) es el puntaje máximo.

La calificación máxima es: 1200 puntos

La calificación mínima es: 120 puntos

Para calcular el porcentaje final se realiza la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Puntaje total}}{1200} * 100$$

La tabla 6, registra los rangos de aprobación del funcionamiento de la PTAR:


Tabla 6. Rangos de calificación para el estado actual de la PTAR*.

Excelente	86% a 100%
Eficiente	66% a 85%
Aceptable	50% a 65%
Deficiente	≤10% a 49%

*Los criterios de evaluación se establecieron de acuerdo a lo estipulado por la analista de Gestión Ambiental.

El cuadro 2 muestra la lista de chequeo empleada para la evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria farmacéutica GENFAR S.A.

Cuadro 2. Lista de chequeo para el diagnóstico inicial de la PTAR.

		TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A	
MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 puntos	60 puntos	10 puntos
¿La PTAR se encuentra ubicada en un sitio adecuado para la empresa y el entorno?			
¿La PTAR produce un impacto negativo al área de influencia?			
¿La PTAR emite olores fuertes al ambiente (contaminación atmosférica)?			
¿El tamaño de de la PTAR es apropiado para la cantidad de aguas residuales que generala empresa?			
¿Existe un monitoreo y/o control constante de la PTAR?			
¿Existen herramientas para controlar y/o verificar permanentemente el estado de la PTAR?			
¿Existen herramientas para monitorear constantemente la calidad de agua residual que genera la empresa?			
¿La PTAR cuenta con trampas de grasas?			
¿La PTAR fue diseñada para tratar aguas residuales industriales?			
¿Se cumple con la normatividad ambiental vigente?			

Cuadro 2. Lista de chequeo para el diagnóstico inicial de la PTAR. (Continuación)

¿Se realizan análisis de aguas residuales?			
¿Existe una adecuada disposición final de los lodos?			

Para la identificación de los diferentes peligros que podían existir en la planta de tratamiento de aguas residuales de la compañía, se utilizó la metodología “¿Qué pasa si...?”, es un método que consiste en cuestionarse “qué pasa si aparecen sucesos indeseados en la instalación”, de esta manera se obtuvo una tabla con preguntas que destacan la situación accidental y los peligros identificados que se derivan. El formato utilizado se muestra en la tabla 7:

Tabla 7. Metodología para la identificación de los peligros existentes en la PTAR.

¿Qué pasa si.....?	Peligro identificado /suceso pronosticado
---------------------------	--

Una vez identificados los escenarios de riesgo, las actividades y los posibles peligros con relación a los vertimientos generados en la industria farmacéutica, se continuó con la evaluación de los riesgos ambientales que consistió en la valoración de los riesgos que se identificaron determinando probabilidad de ocurrencia y grado de afectación de las consecuencias si llegará a suceder. Esta evaluación se realizó con el fin de priorizar los riesgos de la planta de tratamiento basados en criterios ambientales y sociales. Esta fase permitió diseñar y priorizar las estrategias de prevención y minimización más adecuadas, todo esto se realizó con base en la metodología propuesta por la norma UNE 150008 EX^{7*}.

Según la Norma ya mencionada, se debe asignar una probabilidad de ocurrencia a cada uno de los escenarios identificados. (Tabla 8).

⁷Guías de Gestión Ambiental . [En línea]. COEPA. Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante, 2007. [Consultado el: 2 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://coeпа.net/guías/identificacion-y-evaluacion-de-riesgos-ambientales/5-metodologia-evaluacion-une-150008-ex>

*Modelo estandarizado para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos ambientales de una organización. Aplica en las etapas de funcionamiento, y mantenimiento de las actividades de la organización.

Tabla 8. Valoración de la probabilidad de ocurrencia.

VALOR	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
5	Muy probable	< Una vez a la semana
4	Altamente probable	< Una vez cada dos semanas
3	Probable	> Una vez al año Y < una vez al mes
2	Posible	> Una vez cada 10 años Y < una vez cada año.
1	Improbable	> Una vez cada 50 años

Con el fin de determinar hasta qué punto los riesgos identificados y su probabilidad puede afectar la planta de tratamiento de aguas residuales, se realizó una estimación de la gravedad de las consecuencias diferenciando cada uno de los entornos (internos, externos y ambientales). Para tal fin se hizo necesario elaborar un cálculo con el valor de las consecuencias de cada uno de los entornos, (tablas 9, 10). La tabla 11 contiene la explicación de cada uno de los términos empleados en las tablas 9 y 10:

Tabla 9. Gravedad sobre la calidad ambiental y entorno socioeconómico y cultural

VALOR	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	EXTENSIÓN	CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE
4	Muy alta	Muy peligroso	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Peligroso	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco peligroso	Poco extenso	Media
1	Muy poca	No peligroso	Puntual	Baja

Tabla 10. Gravedad sobre el entorno organizacional y financiero.

VALOR	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	EXTENSIÓN	ORGANIZACIONAL Y FINANCIERO
4	Muy alta	Efectos irreversibles	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Daños graves	Extenso	Alto
2	Poca	Daños leves	Poco extenso	Bajo
1	Muy poca	Daños muy leves	Puntual	Muy bajo.

Tabla 11. Explicación de términos.

Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio
Hace referencia al caudal del efluente final de los vertimientos de aguas residuales generadas por la Industria Farmacéutica GENFAR S.A que son emitidas al entorno y afectan tanto a los recursos naturales receptores como al personal.	Hace referencia al grado de peligro y/o impacto que representa la disposición de aguas residuales al entorno receptor.	Hace referencia al espacio de influencia del impacto de la generación de aguas residuales sobre el entorno receptor.	Hace referencia al impacto que ocasiona el vertimiento de las aguas residuales sobre el medio natural y la posibilidad de reversibilidad sobre este.
Organizacional y financiero		Socio-económico y cultural	
Hace referencia a los diferentes procesos que se realizan dentro de la compañía, acompañado de la labor de los empleados y la Norma vigente.		Hace referencia a la población vecina y a la conciencia en el cuidado del medio ambiente.	

Para la estimación de la probabilidad de riesgo se utilizó la siguiente ecuación:


Estimación de la probabilidad = Cantidad + 2 * peligrosidad + extensión + entorno a evaluar.

Con el fin de determinar hasta qué punto los riesgos ambientales ya identificados y su grado de probabilidad afectaría el entorno en el que se encuentra ubicada la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta fórmula permite también definir el grado de vulnerabilidad sobre los tres entornos planteados: calidad medio ambiente, socio-económico y cultural y finalmente el organizacional y financiero.

(Cuadro 3). La suma de la gravedad de las consecuencias de los tres entornos da como resultado la vulnerabilidad.

Para la valoración de peligrosidad, se realizó una evaluación en distintas áreas de la compañía para obtener una participación multidisciplinaria y así tener diversos resultados. Pues es de vital importancia tener los diferentes puntos de vista para tomar cualquier decisión. Las áreas que se evaluaron fueron: betalactámicos, construcciones, laboratorios, producción, bodega, gestión ambiental, Servilimpieza (empresa de aseo) y Sodexo (empresa de alimentos). Esta evaluación se realizó para cada uno de los entornos definidos anteriormente y los formatos que se utilizaron se encuentran en los cuadros 3 al 5.


Cuadro 3. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgo interno.

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa sí?	Peligro	Circunstancias	Consecuencias
Derrame de medicamentos por el sifón-llegada a PTAR			
Paro de la PTAR			
Ruptura de tubería			
Ruptura del tanque (sistema de grava, arena y piedras)			
Rebose del tanque de contacto			
Colapso del tanque Ecualizador			
Daño en las bombas de aireación			
Rebose del alcantarillado, devolviendo el agua residual por los sifones			


Cuadro 3. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgo interno. (Continuación)

		TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A	
MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
Mortandad de microorganismos			
Alteración de los parámetros físico-químicos.			
Uso de detergentes inadecuados en el lavado de las áreas y lavandería.			
Sabotaje			
Taponamiento en la tubería por exceso de producto.			
Depositán el agua resultante de las calderas y las torres			
Aumento de producción.			

Cuadro 4. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgo externo

		TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A	
MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si...?	Peligros	Circunstancias	Consecuencias
Inseguridad			
Conflicto armado			
Accidentes vehiculares			

Cuadro 5. Evaluación para la valoración de la peligrosidad en los escenarios de riesgos ambientales



TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A

MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO

¿Qué pasa sí?	Peligro	Circunstancias	Consecuencias
Precipitación abundante			
Eventos sísmicos.			
Inundaciones			
Incendios intencionales			
Deshielo del nevado del Huila			
Sequia			
Contaminación de Humedal El Candil			

Una vez obtenidos los resultados, se consolidaron y calcularon los promedios para cada una de las preguntas con el propósito de obtener unos valores definitivos y estimar la gravedad de las consecuencias de un riesgo ambiental. Finalmente, se estimó el riesgo ambiental para cada uno de los entornos ya especificados, y se asignó la siguiente coloración que está dada dependiendo de la intensidad o gravedad, como se muestra en el cuadro 6:

Cuadro 6. Valoración de riesgos.

	Riesgo muy elevado
	Riesgo elevado
	Riesgo medio
	Riesgo moderado
	Riesgo bajo

Cada riesgo se definió de la siguiente forma:

- Muy elevado: tendrá impacto negativo sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con efectos irreversibles en cualquiera de los 3 aspectos anteriores y con pérdidas económicas muy elevadas.
- Riesgo elevado: tendrá impacto negativo grave sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a largo plazo.
- Riesgo medio: tendrá impacto negativo controlado sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pocas pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a mediano plazo.
- Riesgo moderado: tendrá impacto negativo leve sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pocas pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a corto plazo.
- Riesgo bajo: tendrá un impacto negativo muy leve sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, sin pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a muy corto plazo.

Para la evaluación del riesgo ambiental, se tuvo en cuenta la estimación realizada entre la probabilidad y la peligrosidad sobre cada uno de los entornos. Para esto, se realizó una matriz donde se identificaron los diferentes escenarios por cada riesgo y su probabilidad de ocurrencia teniendo en cuenta los valores dados para la peligrosidad. (Cuadro 7).

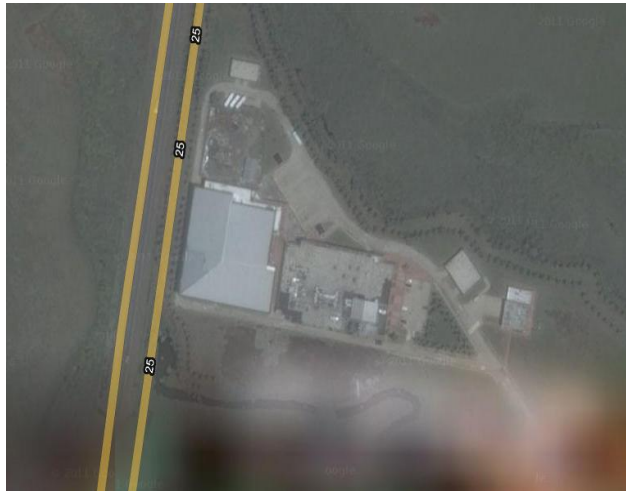
Cuadro 7. Evaluación del riesgo ambiental

		Peligrosidad en el entorno				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

5. ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Fotografía 1. Planta de GENFAR S.A, Villa Rica, Cauca.



FUENTE: Google Earth, 2011

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, pertenece a la industria farmacéutica GENFAR S.A que se encuentra en el municipio de Villa Rica, (Cauca) al nororiente del departamento del Cauca, con una distancia de 112 de Kilómetros de Popayán (capital del Departamento del Cauca) a 36 Kilómetros de la Ciudad de Cali, Valle del Cauca. La tabla 12 muestra los datos generales⁸ del municipio de Villa Rica, (Cauca) y la figura 1 presenta el plano general del municipio de Villa Rica, (Cauca); los límites cardinales de Villa Rica se encuentran en la tabla 13 y su división político-administrativa en la tabla 14. La figura 2. muestra la división político-administrativa del Cauca.⁹

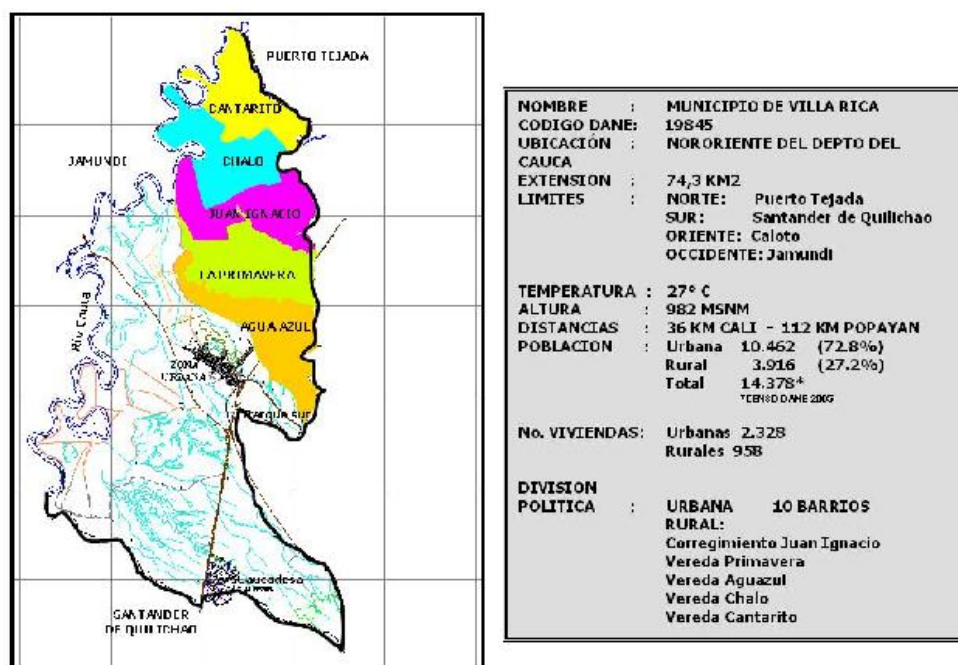
⁸ Información general. [En línea]. Villa Rica, Cauca, 2009[Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.villarica.gov.co/villaRica/datosGenerales.php>

⁹ División político-administrativa. [En línea]. Villa Rica, Cauca, 2009 [Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.villarica-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=t>

Tabla 12. Datos generales del Municipio de Villa Rica.

Coordenada Norte	842.500
Coordenada Sur	1068.500
Altura (sobre el nivel del mar)	982 msnm
Temperatura promedio	23°C
Extensión	74,3 Km ³
Precipitación media	1.850 mm (año)

Figura 1.Plano general del municipio de Villa Rica, Cauca.



Fuente: Plano general de Villa Rica, Cauca, 2009

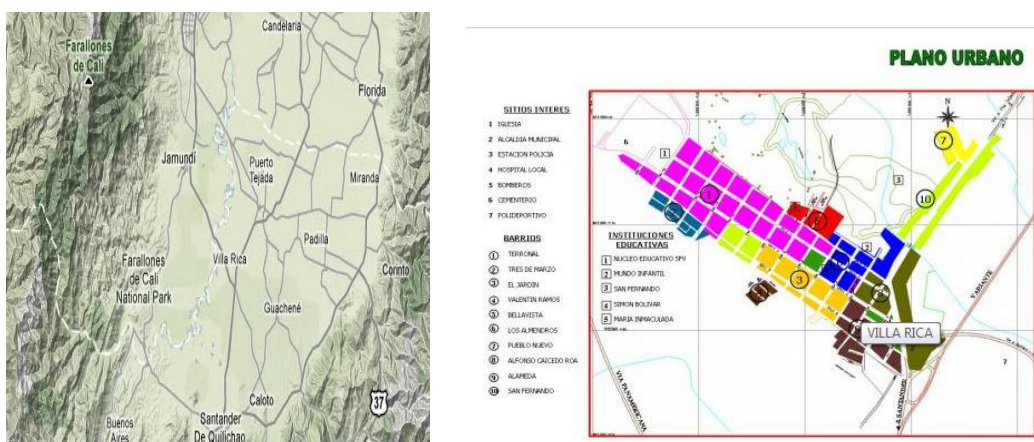
Tabla 13. Límites del municipio de Villa Rica

Norte (Departamento)	Valle del Cauca
Sur	Santander de Quilichao y Caloto
Occidente (Departamento)	Valle del Cauca
Oriente	Puerto Tejada y Caloto

Tabla 14. División político-administrativa

BARRIOS (10)	CORREGIMIENTOS (1)	VEREDAS (6)
Alameda	Juan Ignacio	Agua Azul
Alfonzo Caicedo Roa		Cantarito
Bella Vista		Chalo
Centro		El Llanito
El Jardín		Primavera
La Laguna		Venecia
Los Almendros San Fernando Terronal Tres de Marzo		

Figura 2. Mapa división político-administrativa Cauca



FUENTE: Mapa división político-administrativa, Villa Rica, 2009

5.2 CARACTERÍSTICAS E INFLUENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

5.2.1 Infraestructura del sistema. Descripción del sistema de tratamiento de las aguas residuales.¹⁰ Según Quintero, 2008, el sistema elegido para el tratamiento de las aguas residuales, generadas en el Complejo Farmacéutico Multilatino, es del tipo lodos activados, modalidad aireación extendida, donde se involucra la producción de una masa activada de microorganismos capaces de estabilizar un residuo en forma aeróbica. El proceso consiste en una unidad que pone en contacto los lodos activados con las aguas residuales que contienen materia orgánica finamente dividida al estado coloidal y en solución.

La función del lodo activado es absorber y flocular, contiene la población de microorganismos activa, éste es un proceso de contacto aeróbico, por lo tanto requiere de un abastecimiento permanente de oxígeno, el que se consigue por aireación en un estanque apropiado. Se requiere de atención cuidadosa y una operación de supervisión competente, incluido un control rutinario de laboratorio.

La PTAR, está compuesta físicamente de una unidad compacta, desde la recepción de las aguas residuales hasta la eliminación de los lodos, en donde se permite visualizar la operación de la planta de tratamiento de forma segura. Este sistema de tratamiento se caracteriza porque provee períodos de aireación más largos que cualquier otro proceso de lodos activados.

A continuación se presenta una descripción del proceso de tratamiento, con el objetivo de identificar cada una de las fases, que comprende la operación de la planta:

Una vez ha concluido el proceso productivo en la planta Farma, el agua residual, es conducida a un pozo, como etapa previa al tratamiento, en la cual se inyecta oxígeno, por medio de un soplador, para su adecuación a la etapa de separación de sólidos de gran tamaño; de igual forma el agua residual, procedente del área de betalactámicos, es colectada en un pozo alterno, ya que este efluente debe ser

¹⁰ QUINTERO MONDRAGON, Miryam Constanza. Descripción Del Sistema De Tratamiento De Las Aguas Residuales . 2008

inactivado, puesto que en dicha área se elaboran medicamentos antibióticos, para los cuales se emplean materias primas de gran complejidad, y que requieren de un tratamiento previo, en el cual se asegure que su contenido químico, no perjudicará el proceso de los microorganismos aeróbicos, en la remoción de materia orgánica. Más tarde ambos efluentes confluyen en un pozo, y por medio de bombas, el agua residual es conducida a la planta de tratamiento.

- **Desbaste de sólidos.** Las aguas residuales, son conducidas desde los respectivos pozos de la planta Farma y el área de betalactámicos, hacia la planta de tratamiento, por medio de un sistema de alcantarillado y pozos, el transporte se realiza por gravedad, a través de las líneas de conducción, ayudado por bombas, ubicadas en los pozos, que al ganar altura, el fluido desciende por gravedad en las líneas de conducción.

Tanto las aguas industriales como domésticas, tienen su punto de convergencia, en un pozo previo a su llegada al tanque ecualizador, al cual ingresa a través de una canastilla removible, para retirar cualquier sólido grande presente; mediante un agitador mecánico, se homogeniza el efluente. El principal objetivo de esta etapa del tratamiento, es remover aquellos contaminantes que pueden sedimentarse, como los sólidos sedimentables y algunos sólidos suspendidos o aquellos que pueden flotar como las grasas.

- **Aireación.** Posteriormente el efluente es enviado al tanque de aireación, en donde, es mantenido en constante agitación, mediante inyección de aire, empleando sopladores, en esta etapa del proceso se desarrolla una población de bacterias que se alimentan de materia orgánica, degradándola aeróbicamente hasta transformarla en productos inocuos al medio ambiente.

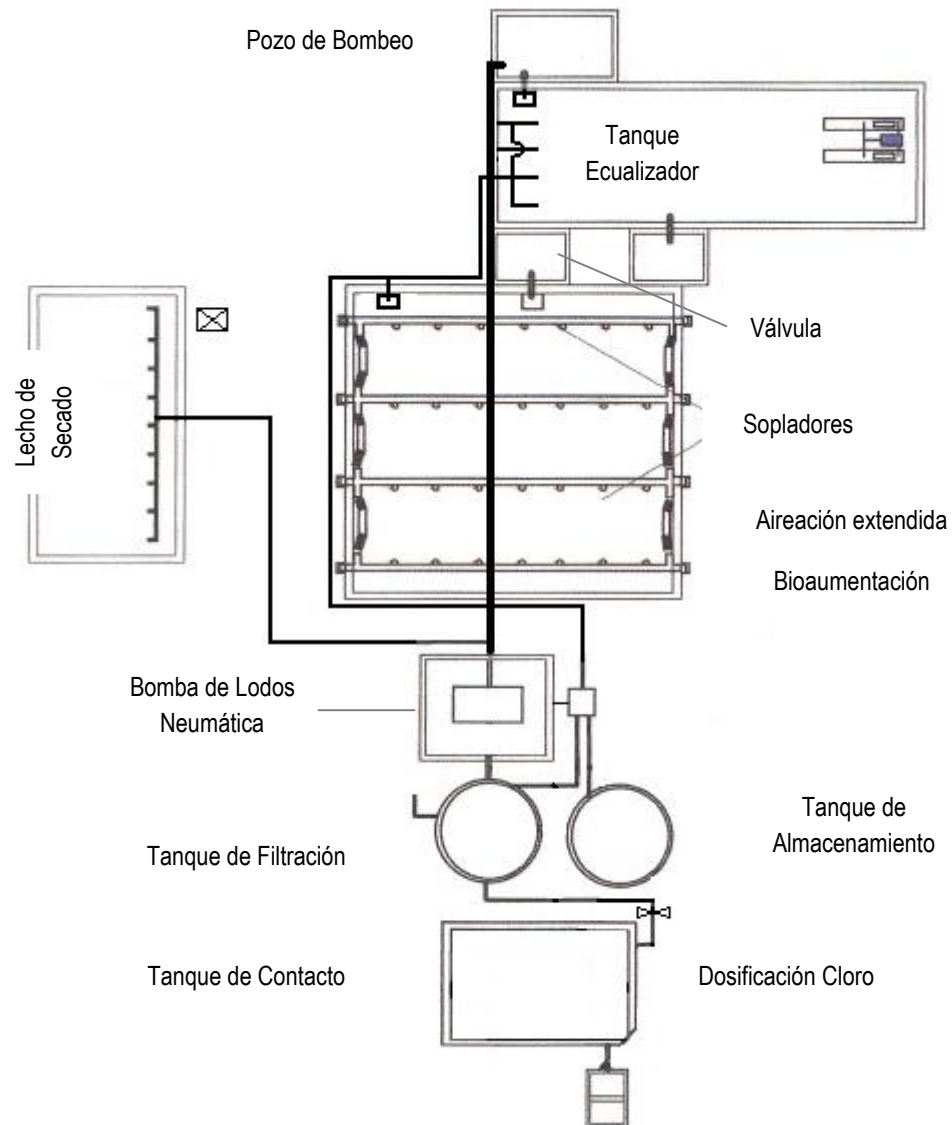
Los sopladores incorporan oxígeno al sistema, según la composición del efluente, permitiendo que se desarrollen y prolifere una población de microorganismos aeróbicos, generando la biodegradación de la materia orgánica, presente en el efluente, disminuyendo drásticamente la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). El objetivo de esta etapa del tratamiento, es remover la DBO soluble que se escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de SS. Estas remociones se realizan por medio de procesos biológicos.

- **Sedimentación.** Posterior a la aireación, el agua continúa gravitacionalmente hacia el sedimentador, donde los sólidos suspendidos floculados en la etapa anterior se decantan. El agua clarificada sale por la parte

superior del sedimentador, y parte de los lodos acumulados en el fondo son retornados a la aireación, con objeto de mantener una alta población microbiana.

- **Digestión y espesamiento de lodos.** Los lodos generados en exceso durante la etapa de sedimentación son desviados hacia un compartimiento de espesado y digestión aeróbica, denominado, lecho de secado, donde se estabilizan y su consistencia es aumentada. Esta unidad está constituida por gravas, como lecho filtrante, que retiene en la superficie el lodo, permitiendo un secado por drenaje y evaporación. La Figura 3. muestra el diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Complejo Farmacéutico Multilatinó GENFAR S.A. (Quintero, 2008).

Figura 3. Diagrama de Flujo Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Complejo Farmacéutico Multilatino GENFAR S.A.



Fuente: GENFAR S.A, 2008

5.2.2. Puntos de vertimiento. Para la identificación de los diferentes puntos de vertimiento generados en la industria farmacéutica, se necesitó analizar los planos existentes de la planta (1er, 2do y 3er piso). La planta tiene 18 cajas de recolección de aguas residuales entre domésticas e industriales distribuidas por toda la compañía (tabla 15). (Los planos se encuentran en el departamento de construcciones de la industria farmacéutica GENFAR S.A)

Tabla 15. Distribución cajas de almacenamiento de aguas residuales GENFAR S.A

Al Norte	10 cajas
Al Sur	8 cajas

Para la identificación de los puntos de vertimiento del primer piso, se utilizó la siguiente metodología:

- Primero, se identificaron las diferentes cajas en el plano
- Posteriormente, se observaron cuantos vertimientos provenientes de las diferentes áreas desembocaban en cada una de las cajas.

De esta manera, se calculó el total de los puntos de vertimientos del primer piso. Los puntos identificados en los sectores norte y sur se registran en las tablas 16 y 17. En la tabla 18 se registra el total de puntos de vertimientos por sectores para el primer piso:

Tabla 16. Puntos de vertimiento primer piso, sector norte

Cajas ubicadas en el sector Norte	
Cajas	Número de Vertimientos
1	5
2	3
3	9
4	7
5	20
6	6
7	5
8	2
9	10
10	8
TOTAL	75

Tabla 17. Puntos de vertimiento primer piso, sector sur.

Cajas ubicadas en el sector Sur	
Cajas	Número de Vertimientos
1	10
2	26
3	12
4	12
5	16
6	25
7	13
8	12
TOTAL	126

Tabla 18. Total puntos de vertimientos primer piso (aguas domésticas y aguas industriales)

Total puntos de vertimientos	
Total Cajas Norte	75
Total Cajas Sur	126
TOTAL	201

Para la identificación de los puntos de vertimientos que se encontraban en el segundo piso, se observó el plano de las aguas residuales industriales y el plano de las aguas residuales domésticas y se realizó un conteo de los vertimientos. (Tabla 19).

Tabla 19. Total puntos de vertimientos segundo piso (aguas domésticas y aguas industriales)

Total puntos de vertimientos	
Total Aguas Domésticas	69
Total Aguas Industriales	32
TOTAL	101

Para la identificación de los puntos de vertimientos que se encuentra en el tercer piso, se uso la siguiente metodología:

- Se observó el plano de las aguas residuales industriales y el plano de las aguas residuales domésticas.
- Teniendo los planos, se identificaron los puntos de vertimientos que habían por las diferentes áreas.

Los puntos encontrados se encuentran relacionados en la tabla 20. El total de puntos de vertimiento para el tercer piso se encuentra en la tabla 21.

Tabla 20. Puntos de vertimiento tercer piso

PUNTOS DE VERTIMIENTO			
AGUAS DOMÉSTICAS		AGUAS RESIDUALES	
PUNTOS DE VERTIMIENTO	NÚMERO DE VERTIMIENTOS	PUNTOS DE VERTIMIENTO	NÚMERO DE VERTIMIENTOS
Punto 1	49	Punto 1	3
Punto 2	30	Punto 2	7
Punto 3	10	Punto 3	4
Punto 4	10	Punto 4	3
Punto 5	52	Punto 5	7
Punto 6	25	Punto 6	3
		Punto 7	5
		Punto 8	16
		Punto 9	9
TOTAL	176	TOTAL	57

Tabla 21. Total puntos de vertimientos tercer piso (aguas domésticas y aguas industriales)

Total puntos de vertimientos	
Total Aguas Domésticas	176
Total Aguas Industriales	57
TOTAL	233

La planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con un centro de acopio adaptado para almacenar materiales y demás sustancias necesarias para el mantenimiento de la planta; cuenta con un pequeño shut mecánico, para el monitoreo eléctrico de la PTAR.

La tabla 22 resume la caracterización de los parámetros físico-químicos de 20 muestras, donde se referencia el estado actual de las aguas residuales. A partir de la tabla 23 hasta la 26, se resume la consolidación de las muestras con los siguientes parámetros respectivamente: SS, DBO₅, pH, DQO.

Tabla 22. Consolidación de muestras 2011.

	Muestras 1 - miércoles 1 junio de 2011							
	pH	VALOR		SST	DBO ₅ , mg/L	Valor Máx. (norma)	DQO mg/L	Valor Máx.
		Min.	Máx.					
Industriales	7,08	6	8	654	440	200	1082	400
Domésticas	8,8	6	8	91,5	0	200	392	400
Entrada PTAR	6,35	6	8	1009	664	200	1081	400
Salida PTAR	5,75	6	8	430,9	99	200	844	400
Muestras 2 - lunes 1 de agosto de 2011								
Industriales	7,2	6	8	164,3	593	200	1084	400
Domésticas	6,15	6	8	139	281	200	1086	400
Entrada PTAR	6,4	6	8	858,8	825	200	1082	400
Salida PTAR	4,9	6	8	524	100	200	960	400
Muestras 3 - miércoles 24 de agosto de 2011								
Industriales	6,92	6	8	283,6	795	200	4590	400
Domésticas	6,39	6	8	903	420	200	2470	400
Entrada PTAR	6,74	6	8	958	797	200	2000	400
Salida PTAR	5,77	6	8	662	221	200	1009	400
Muestras 4 - jueves 25 de agosto de 2011								
Industriales	9,09	6	8	458,8	731	200	3485	400
Domésticas	7,84	6	8	925	445	200	1755	400

Tabla 22. Consolidación de muestras 2011. (Continuación)

Entrada PTAR	5,82	6	8	1550	836	200	3390	400
Salida PTAR	5,64	6	8	935	228	200	1230	400
Muestras 5 - viernes 26 de agosto de 2011								
Industriales	6,6	6	8	269,8	577	200	3565	400
Domésticas	6,54	6	8	809	653	200	1860	400
Entrada PTAR	5,09	6	8	1513	1505	200	4290	400
Salida PTAR	5,27	6	8	1136	907	200	1960	400
Muestras 6 - lunes 5 de septiembre de 2011								
Industriales	6,78	6	8	155	780	200	1772	400
Domésticas	8,65	6	8	800	186	200	884	400
Entrada PTAR	6,67	6	8	1711	1050	200	2260	400
Salida PTAR	6,1	6	8	875	418	200	1236	400
Muestras 7 - martes 6 de septiembre de 2011								
Industriales	8,63	6	8	277	683	200	4580	400
Domésticas	7,11	6	8	579	387	200	998	400
Entrada PTAR	6,53	6	8	1267	883	200	2845	400
Salida PTAR	6,57	6	8	858	292	200	934	400
Muestras 8 - miércoles 7 de septiembre de 2011								
Industriales	8,97	6	8	430	1517	200	2990	400
Domésticas	6,95	6	8	441	338	200	910	400
Entrada PTAR	6,6	6	8	1683	1057	200	3270	400
Salida PTAR	6,38	6	8	557	405	200	990	400
Muestras 9 - martes 13 de septiembre de 2011								
Industriales	7,21	6	8	390,6	562	200	2840	400
Domésticas	7,02	6	8	614	202	200	912	400
entrada PTAR	6,44	6	8	1045	560	200	2355	400
salida PTAR	6,98	6	8	1380	142	200	1042	400
Muestras 10 - miércoles 14 de septiembre de 2011								
Industriales	7,08	6	8	473	634	200	3250	400
Domésticas	6,36	6	8	894	98	200	1880	400
entrada PTAR	6,4	6	8	655	531	200	1135	400
salida PTAR	6,41	6	8	874	165	200	1048	400
Muestras 11 - jueves 15 de septiembre de 2011								
Industriales	7,09	6	8	474	376	200	3580	400

Tabla 22. Consolidación de muestras 2011. (Continuación)

Domésticas	6,44	6	8	946	249	200	1430	400
entrada	6,33	6	8	1017	916	200	3390	400
PTAR								
salida PTAR	6,87	6	8	898	228	200	865	400
Muestras 12, - lunes 19 de septiembre de 2011								
Industriales	6,77	6	8	598	848	200	2945	400
Domésticas	6,25	6	8	709	721	200	2590	400
entrada	5,44	6	8	4060	984	200	4250	400
PTAR								
salida PTAR	5,79	6	8	945	314	200	1150	400
Muestras 13 - martes 20 de septiembre de 2011								
Industriales	6,86	6	8	203	482	200	3250	400
Domésticas	6,58	6	8	688	569	200	2380	400
entrada	5,57	6	8	6096	1285	200	4480	400
PTAR								
salida PTAR	6,05	6	8	1707	406	200	1280	400
Muestras 14 - miércoles 21 de septiembre de 2011								
Industriales	6,76	6	8	695	252	200		400
Domésticas	7,24	6	8	173	670	200		400
entrada	7,1	6	8	702	314	200		400
PTAR								
salida PTAR	5,63	6	8	1525	277	200		400
Muestras 15 – jueves 22 de septiembre de 2011								
Industriales	6,09	6	8	593	501	200		400
Domésticas	6,47	6	8	280	407	200		400
entrada	7,44	6	8	955	501	200		400
PTAR								
salida PTAR	6,88	6	8	1372	499	200		400
Muestras 16 - lunes 26 de septiembre de 2011								
Industriales	6,69	6	8	209	648	200	2285	400
domésticas	6,8	6	8	269	292	200	940	400
entrada	7,1	6	8	293	261	200	535	400
PTAR								
salida PTAR	6,75	6	8	535	272	200	835	400
Muestras 17 - martes 27 de septiembre de 2011								
Industriales	6,59	6	8	284,7	889	200	4210	400
domésticas	6,27	6	8	1078	532	200	3665	400
entrada	6,08	6	8	617	776	200	3605	400
PTAR								

Tabla 22. Consolidación de muestras 2011. (Continuación)

salida PTAR	6,77	6	8	1059	205	200	1375	400
Muestras 18 - miércoles 28 de septiembre de 2011								
Industriales	6,5	6	8	389	327	200	4800	400
domésticas	7,08	6	8	445	411	200	2595	400
entrada	6,19	6	8	441	755	200	4175	400
PTAR								
salida	6,5	6	8	837	500	200	1765	400
PTAR								
Muestras 19 - jueves 29 de septiembre de 2011								
Industriales	6,09	6	8	330	487,2	200	4900	400
domésticas	6,71	6	8	1071	489	200	3900	400
entrada	6,53	6	8	438	490	200	2590	400
PTAR								
salida	5,8	6	8	673	490	200	1560	400
PTAR								
Muestras 20 - viernes 30 de septiembre de 2011								
Industriales	6,79	6	8	614	497	200	565	400
domésticas	6,53	6	8	528	495	200	1240	400
entrada	6,52	6	8	404	493	200	1530	400
PTAR								
salida	5,66	6	8	705	484	200	2000	400
PTAR								

Tabla 23. Consolidación muestras Sólidos Suspendidos

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN – TOTALES					
MUESTRAS	INDUSTRIALES	DOMÉSTICAS	ENTRADA	SALIDA	VALOR
			PTAR	PTAR	MÁX.
1	654	91,5	1009	430,9	200
2	164,3	139	858,8	524	200
3	283,6	903	958	662	200
4	458,8	925	1550	935	200
5	269,8	809	1513	1136	200
6	155	800	1711	875	200
7	277	579	1267	858	200
8	430	441	1683	557	200
9	390,6	614	1672	753	200
10	473	894	952	577	200
11	474	946	1017	898	200
12	598	709	4060	945	200

Tabla 23. Consolidación muestras Sólidos Suspendidos. (Continuación)

13	203	688	6096	1707	200
14	695	173	702	1525	200
15	593	280	955	1372	200
16	209	269	293	535	200
17	284,7	1078	617	1059	200
18	389	445	441	837	200
19	330	1071	438	673	200
20	614	528	404	705	200

Tabla 24. Consolidación muestras Demanda Bioquímica de Oxígeno

DBO₅					
MUESTRAS	INDUSTRIALES	DOMÉSTICAS	ENTRADA	SALIDA	VALOR
			PTAR	PTAR	MÁX.
1	440	0	664	99	200
2	593	281	825	100	200
3	795	420	797	221	200
4	731	445	836	228	200
5	577	653	1505	907	200
6	780	186	1050	418	200
7	683	387	883	292	200
8	1517	338	1057	405	200
9	562	202	560	142	200
10	634	98	531	165	200
11	376	249	916	228	200
12	848	721	984	314	200
13	482	569	1285	406	200
14	252	670	314	277	200
15	501	407	501	499	200
16	648	292	261	272	200
17	889	532	776	205	200
18	327	411	755	500	200
19	487,2	489	490	490	200
20	497	495	493	484	200

Tabla 25. Consolidación muestras pH.

MUESTRAS	pH					pH MIN.	pH MÁX.
	INDUSTRIALES	DOMÉSTICAS	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR			
1	7,08	8,8	6,35	6,35		6	8
2	7,2	6,15	6,4	6,4		6	8
3	6,92	6,39	6,74	6,74		6	8
4	9,09	7,84	5,82	5,82		6	8
5	6,6	6,54	5,09	5,09		6	8
6	6,78	8,65	6,67	6,1		6	8
7	8,63	7,11	6,53	6,57		6	8
8	8,97	6,95	6,6	6,38		6	8
9	7,21	7,02	6,44	6,98		6	8
10	7,08	6,36	6,4	6,41		6	8
11	7,09	6,44	6,33	6,87		6	8
12	6,77	6,25	5,44	5,79		6	8
13	6,86	6,58	5,57	6,05		6	8
14	6,76	7,24	7,1	5,63		6	8
15	6,09	6,47	7,44	6,88		6	8
16	6,69	6,8	7,1	6,75		6	8
17	6,59	6,27	6,08	6,77		6	8
18	6,5	7,08	6,19	6,5		6	8
19	6,09	6,71	6,53	5,8		6	8
20	6,79	6,53	6,52	5,66		6	8

Tabla 26. Consolidación Demanda Química de Oxígeno.

MUESTRAS	DQO				
	INDUSTRIALES	DOMÉSTICAS	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR	DQO MÁX.
1	1082	392	1081	844	400
2	1084	1086	1082	960	400
3	4590	2470	2000	1009	400
4	3485	1755	3390	1230	400
5	3565	1860	4290	1960	400
6	1772	884	2260	1236	400
7	4580	998	2845	934	400
8	2990	910	3270	990	400
9	2840	912	2355	1042	400
10	3250	1880	1135	1048	400
11	3580	1430	3390	865	400
12	2945	2590	4250	1150	400

Tabla 26. Consolidación Demanda Química de Oxígeno. (Continuación)

13	3250	2380	4480	1280	400
14	↯	↯	↯	↯	400
15	↯	↯	↯	↯	400
16	2285	940	535	835	400
17	4210	3665	3605	1375	400
18	4800	2595	4175	1765	400
19	4900	3900	2590	1560	400
20	565	1240	1530	2000	400

Porcentaje de remoción permitido para Sólidos Suspendidos Totales, según el Decreto 1594 de 1984, para conocimiento interno sobre la actividad de la PTAR. (Tabla 27).

TABLA 27. Porcentaje de remoción SST

Fecha	Remoción SST (%)	Remoción permitido según el decreto 1594/84 (%)
1 de Junio	67,6	80
1 de Agosto	45,2	80
24 de Agosto	34,8	80
25 de Agosto	72,5	80
26 de Agosto	40,7	80
5 de Septiembre	76,6	80
6 de Septiembre	81,5	80
7 de Septiembre	84,4	80
13 de Septiembre	↯	80
14 de Septiembre	↯	80
15 de Septiembre	11,7	80
19 de Septiembre	76,7	80
20 de Septiembre	71,9	80
21 de Septiembre	↯	80
22 de Septiembre	↯	80
26 de Septiembre	↯	80
27 de Septiembre	↯	80

TABLA 27. Porcentaje de remoción SST. (Continuación)

28 de Septiembre	↯	80
29 de Septiembre	↯	80
30 de Septiembre	↯	80

Además se presenta el porcentaje de remoción permitido para Demanda Bioquímica de Oxígeno, según el Decreto 1594 de 1984, para conocimiento interno de la actividad de la PTAR. (Tabla 28).

Tabla 28. Porcentaje de remoción DBO₅

Fecha	Remoción DBO (%)	Remoción permitido según el decreto 1594/84 (%)
1 de Junio	85,09	80
1 de Agosto	87,7	80
24 de Agosto	72,2	80
25 de Agosto	72,7	80
26 de Agosto	39,7	80
5 de Septiembre	60,1	80
6 de Septiembre	66,9	80
7 de Septiembre	61,6	80
13 de Septiembre	74,6	80
14 de Septiembre	68,9	80
15 de Septiembre	75,1	80
19 de Septiembre	68	80
20 de Septiembre	68,4	80
21 de Septiembre	11	80
22 de Septiembre	0,3	80
26 de Septiembre	↯	80
27 de Septiembre	73,5	80
28 de Septiembre	36,4	80
29 de Septiembre	0	80
30 de Septiembre	1,82	80

El muestreo se realizó en los siguientes meses: Junio (1 día), Agosto durante cuatro días, y septiembre durante 15 días del 2011, las cuales se analizaron en el

laboratorio de aguas de la Universidad Autónoma de Occidente. Los resultados se obtuvieron en 5 días hábiles, después de la toma de cada muestra.

5.2.3 Análisis estadístico de los datos. Se realizaron pruebas estadísticas que permitieron contrastar los datos existentes proporcionados por la firma Proinsa para algunos meses desde el año 2001 hasta el 2010, en este estudio nombrados como datos del histórico con los tomados en esta pasantía, correspondientes a 15 réplicas recolectadas entre junio y septiembre 2011, denominados los actuales o recientes. Se tuvieron en cuenta los parámetros de pH, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno. Para el efecto, se realizó una prueba de contraste de medias, para lo que se planteó la prueba de hipótesis:

$$H_0 : \mu_o = \mu_a \quad \text{Hipótesis nula}$$

$$H_a : \mu_o \neq \mu_a \quad \text{Hipótesis alterna}$$

Donde μ_o , es el valor medio del parámetro (histórico) y sea μ_a , el valor del parámetro actual. Se tiene el siguiente estadístico de prueba:

$$t_0 = \frac{\mu_o - \mu_a}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Siendo s_p la raíz cuadrada del estimador s_p^2 definido como:

$$s_p^2 = \frac{n_1 - 1}{n_1 + n_2 - 2} s_1^2 + \frac{n_2 - 1}{n_1 + n_2 - 2} s_2^2$$

Con n_1, s_1, n_2, s_2 representando el tamaño de muestra de las poblaciones y las desviaciones estándar de las poblaciones 1 y 2 respectivamente. Se utilizó la distribución t de Student con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$.

La Tabla 29 resume los estadísticos y valores p encontrados para los parámetros pH, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno antes de que los vertimientos lleguen a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y a la salida de la PTAR. En el caso de los datos históricos se registraron 26 datos y para el registro actual 20 datos.

Se observó, que para todas las pruebas se rechaza la hipótesis nula, esto es, los valores medios de los parámetros son diferentes cuando se comparara el histórico con el muestreo reciente. En algunos casos como en el análisis de los Sólidos

Suspendidos Totales, la Demanda Química de Oxígeno y la Demanda Bioquímica de Oxígeno a la salida de la PTAR, se tiene que la media es mayor en el muestreo reciente (registros de 2011). Para el caso del pH y la DBO a la entrada de la PTAR, se presentó que la media fue mayor en el histórico. Cabe resaltar que el oxidante utilizado en las muestras realizadas por la firma Proinsa para el análisis de la DQO es dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$), mientras que en las muestras realizadas en este estudio es manganeso (III) ($Mn(III)$), sin embargo se corrobora que la DQO sobrepasa el límite permisible indicado por el decreto 3930 el 2010. (Tabla 29).

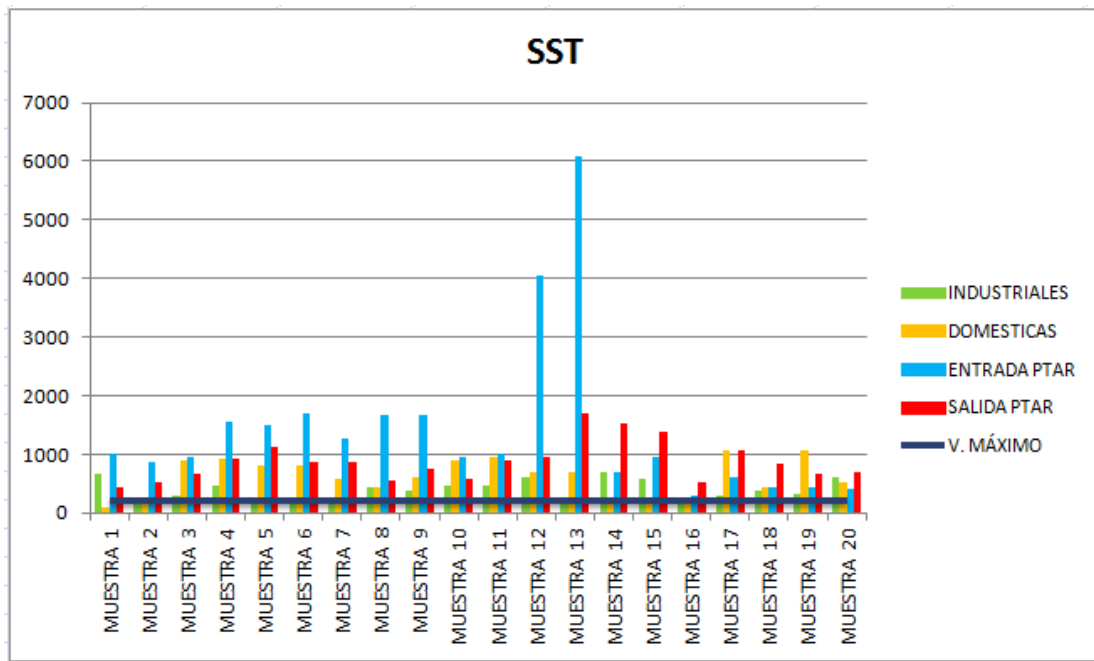
Tabla 29. Valores de los estadísticos y *p* - valor, para cada uno de los parámetros.

Parámetro	Entrada a la PTAR			Salida de la PTAR		
	t_0	p-valor	Intervalo de confianza	t_0	p-valor	Intervalo de confianza
pH	3.66	0.0007524	[0.269131,	5.93105	3.32×10^{-7}	[0.594414
	622	02	0.90967]			, 1.20479]
SST	-	0.0029077	[-1625,37,	-10,8654	9.97×10^{-10}	[-1002,18,
	3.40	3	-486,76]			-712.571]
	27					
DQO	-	0.0250273	[-1563.99,	-8,17845	6.11×10^{-9}	[-1019,2,
	2.34		-137.08]			-631.429]
	99					
DBO₅	1,11	0.272366	[-101, 952,	-4,07589	0.000403	[-272,825
	156		335,706]			-100.144]

La fila resaltada en negrilla muestra que la prueba estadística de medias para la DBO₅ a la entrada de la PTAR, no rechazó la hipótesis nula, lo que significa que la media del parámetro es igual en el histórico y en el actual, a un nivel de significancia del 5%.

Las figuras 4, 5, 6, 7, muestran diagramas de barras donde se contrastan el resultado obtenido de los muestreos con el valor del límite establecido por el Decreto 3930 de 2010.

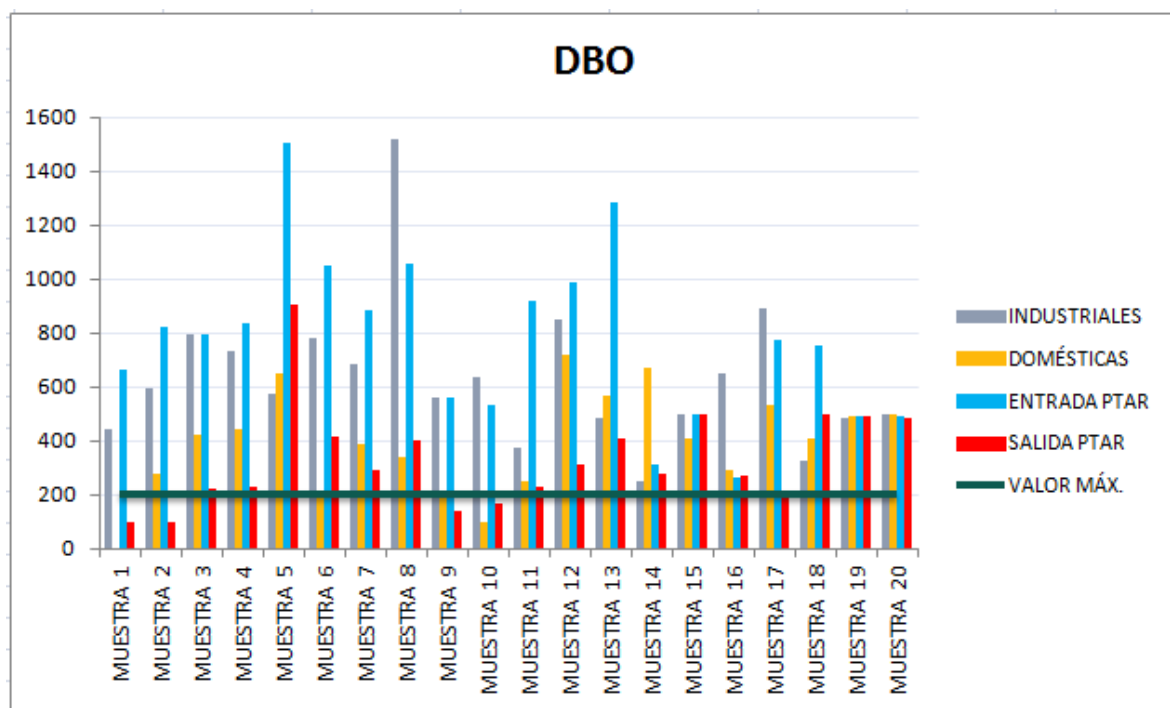
Figura 4. Valores de los sólidos suspendidos totales en los diferentes puntos de muestreo y su comparación con la norma, con base en la tabla 23.



En esta figura, se puede observar que los niveles más altos de Sólidos Suspendidos Totales tomando como base el efluente de salida de la PTAR se encuentran en la muestra 13 (09-20-11) correspondiente a 1707 mg/L, seguido por la muestra 14 (09-21-11) correspondiente a 1525 mg/L, después la muestra 15 (09-22-11) tiene un valor de 1372 mg/L, posteriormente la muestra 5 (08-05-11) arrojó 1136 mg/L y finalmente la muestra 17 (09-27-11) con un valor de 1059 mg/L de Sólidos Suspendidos Totales. En la muestra 1 (06-01-11) se obtuvo el rango más bajo correspondiente a 430,9 mg/L.

Como se observa en la figura 4, en ninguno de los muestreos se cumple con la norma vigente en cuanto a los vertimientos de aguas residuales.

Figura 5. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno en los diferentes puntos de muestreo y su comparación con la norma, con base en la Tabla 24.

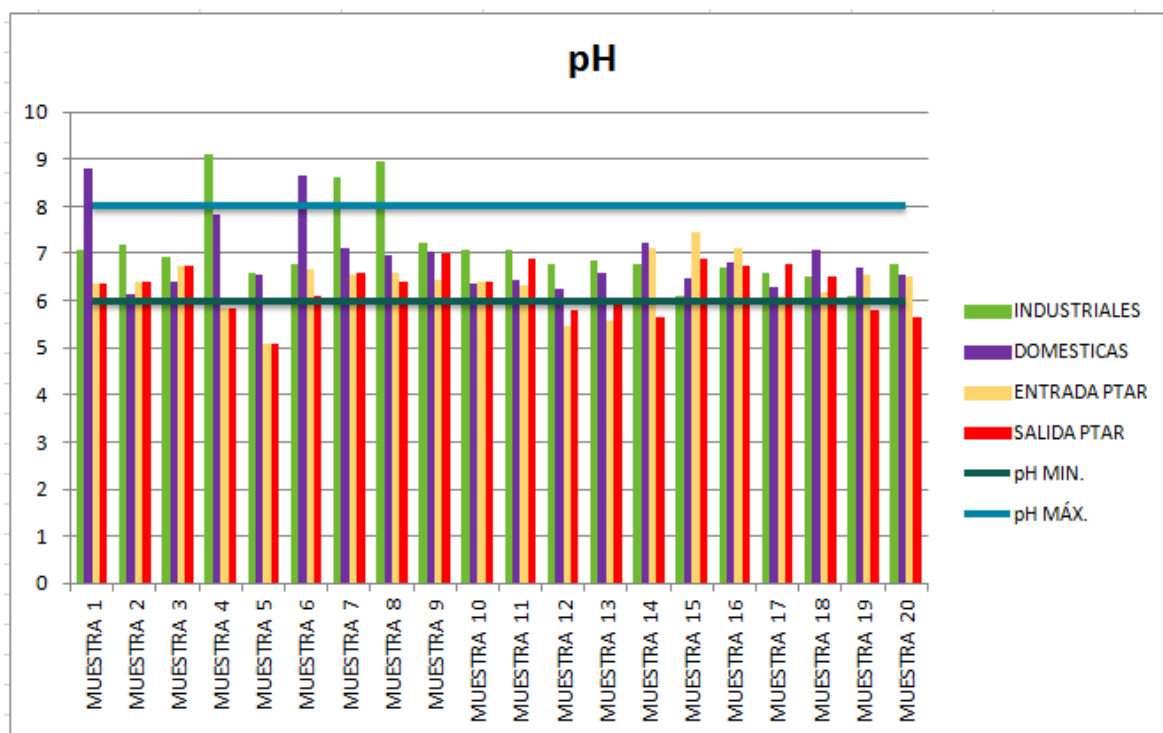


En esta figura se puede observar que los niveles más altos en cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno tomando como base el efluente de salida de la PTAR se encuentran en la muestra 5 (09-05-11) con 907 mg/L, seguido de la muestra 18 (09-28-11) con 500 mg/L, posteriormente la muestra 15 (09-22-11), con 499 mg/L, después la muestra 19 (09-29-11) que presenta 490 mg/L, y finalmente la muestra 20 (09-30-11) con 484 mg/L en cuanto a la DBO₅.

El rango más bajo se encontró en la muestra 1 que corresponde a 99 mg/L en DBO₅, seguido por la muestra 2 con 100 mg/L, además la muestra 9 con 142 mg/L y la muestra 10 con 165 mg/L. estos rangos se encuentran por debajo del límite estipulado en el Decreto 3930 de 2010

De las 20 muestras tomadas, se cumple con el parámetro en 4 de ellas, las restantes se encuentran por encima de lo estipulado.

Figura 6. Valores del pH en los diferentes puntos de muestreo y su comparación con la norma, con base en la Tabla 25.

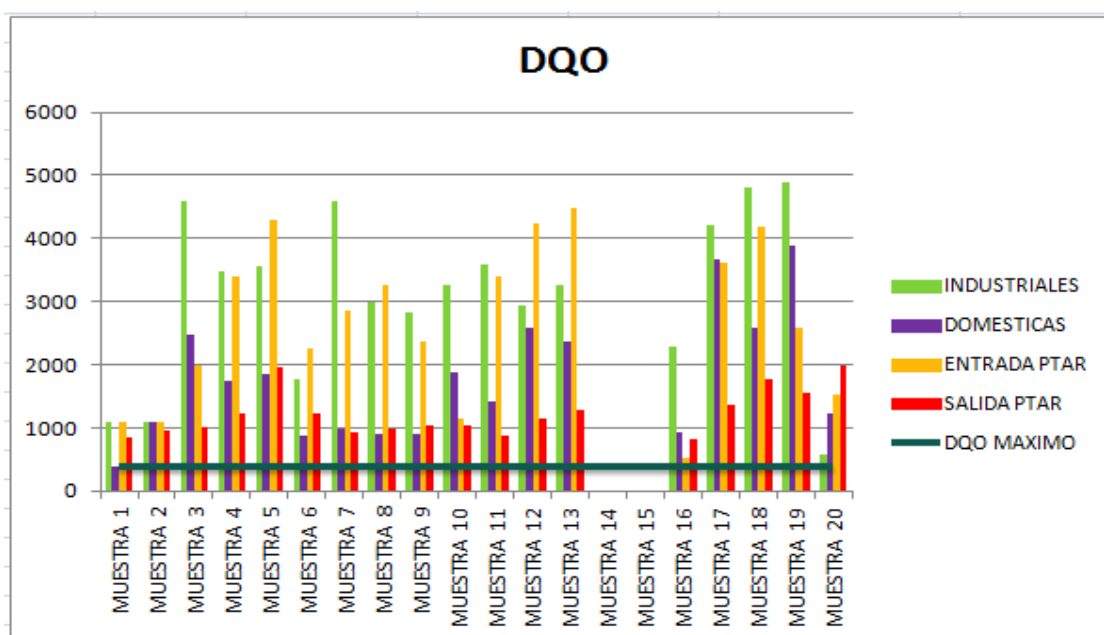


Según esta figura se puede observar que los resultados más altos de pH, se encontraron en la muestra 9 (09-13-11) con 6,98, seguido de la muestra 15 (09-22-11) con 6,88, posteriormente la muestra 11 (09-15-11) tiene 6,87 y finalmente la muestra 17 (09-27-11) arrojó 6,77. Estos rangos son tomados de las muestras correspondientes al efluente final de la PTAR y son los más cercanos al pH ideal que corresponde a 7.

El pH más bajo se encontró en la muestra 5 (09-26-11) con un pH de 5,09, seguido de la muestra 14 (09-21-11) con un pH de 5,63, posteriormente la muestra 20 (09-30-11) tuvo un pH de 5,66, además la muestra 19 (09-29-11) arrojó un pH de 5,8 y finalmente la muestra 4 (08-24-11) con un pH de 5,82. Los resultados mencionados anteriormente se encuentran por debajo del rango aceptable según la norma vigente que corresponde al Decreto 3930 de 2010.

Aunque las otras muestras se encuentran dentro del rango como se observa en la figura 6, cabe resaltar que se encuentran muy cercanos al límite mínimo, con tendencia a aguas ácidas, que causan un grave impacto negativo en el cuerpo receptor.

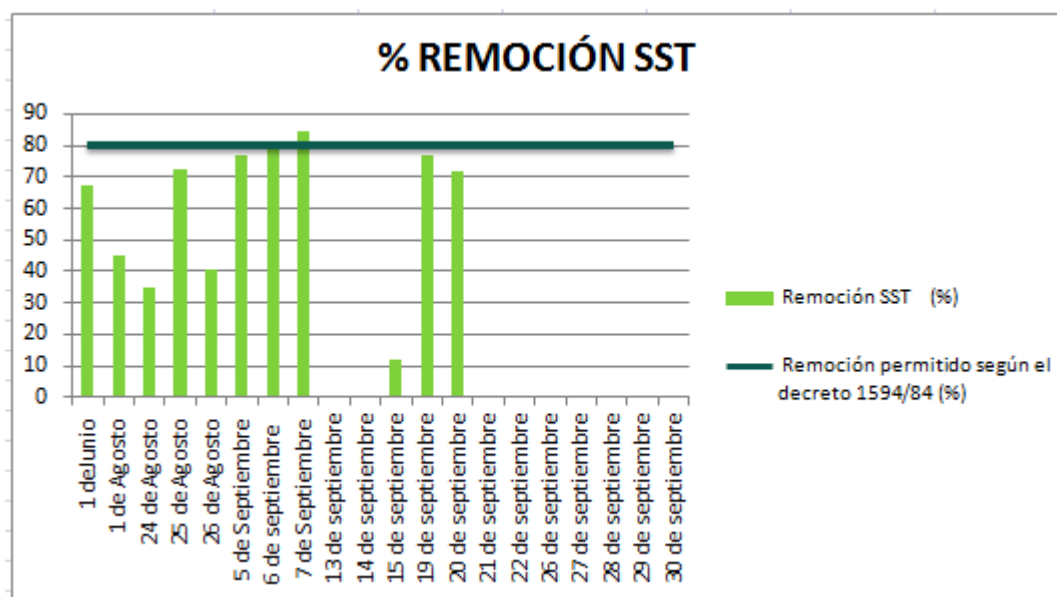
Figura 7. Valores de la DQO en los diferentes puntos de muestreo y su comparación con la norma, con base en la Tabla 26.



En la figura 7 se observa que los niveles más altos en cuanto a la DQO tomando como base el efluente de salida de la PTAR se encuentran en la muestra 20 (09-30-11) con 2000 mg/L, seguido de la muestra 5 (08-26-11) con 1960 mg/L, posteriormente la muestra 18 (09-28-11) con 1765 mg/L, después se encuentra la muestra 19 (09-29-11) con 1560 mg/L, finalmente la muestra 17 (09-27-11) con 1375 mg/L correspondiente a DQO. En ninguna de las muestras se obtuvieron resultados donde la DQO se encuentre cercana o inferior al límite máximo exigido por el Decreto 3930 de 2010. Se puede considerar que el número menor de la DQO se obtuvo en la muestra 16 (09-26-11) con 835 mg/L, sin embargo se debe resaltar que no es un nivel bajo.

Con relación a este parámetro los resultados obtenidos se encuentran demasiado altos, esto trae consecuencias negativas al ambiente, ya que los compuestos orgánicos están reducidos, esto quiere decir que los microorganismos utilizan altos niveles de energía para eutrofizar el agua y por tanto hay carencia de oxígeno. Esto se produce en caso que el agua residual no esté cumpliendo con estándares mínimos, adicionalmente afecta a la compañía, ya que al no cumplir con los parámetros establecidos por la Ley pueden darse multas monetarias muy altas. Las figuras 8 y 9 muestran el porcentaje de remoción para Sólidos Suspendedos Totales y DBO₅.

Figura 8. Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales, Con base en la tabla 27.

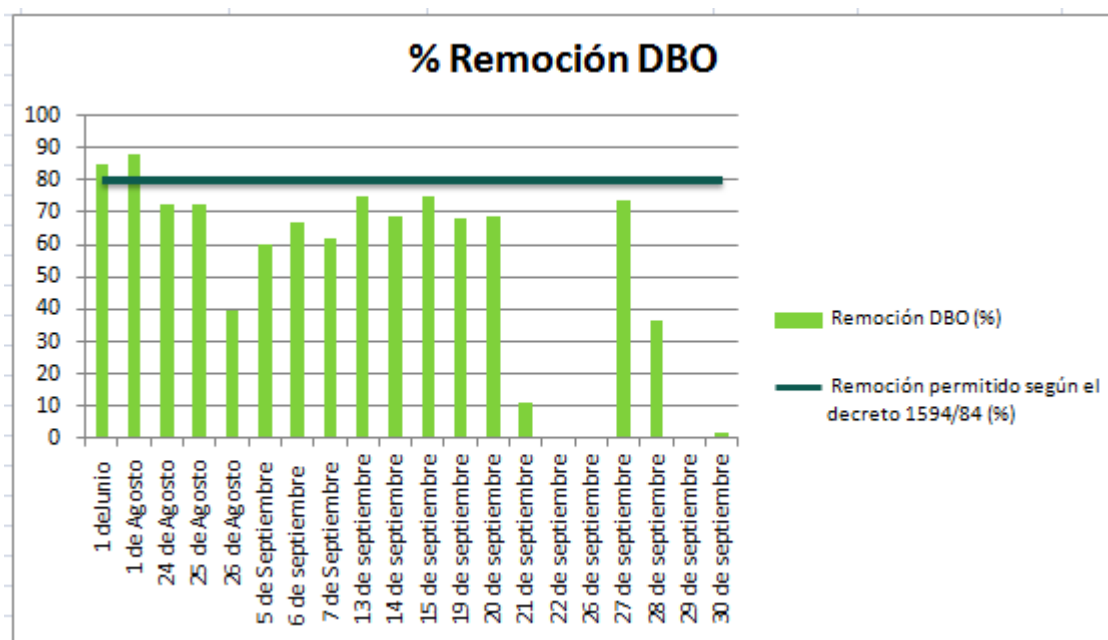


En cuanto al porcentaje de remoción para los sólidos suspendidos totales, según la figura 6, tan sólo en en una muestra (7 de septiembre) se sobrepasa el límite permisible, con una remoción del 84,4%, seguido por la muestra 7 (6 de septiembre) que se encuentra sobre el margen con una remoción del 81,5%. Como se observa en la figura, en ninguna otra muestra se cumple con el límite exigido por el Decreto 1594 de 1982.

Como se observa, en la muestra 9 y 10 que corresponden al 13 y 14 de septiembre de 2011 y en las muestras 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 que corresponden a las fechas del 21 al 30 de septiembre de 2011, no se da remoción de sólidos suspendidos totales, pues el efluente final arrojó mayor número de sólidos que a la entrada de la PTAR.

De igual manera cabe resaltar que en las muestras 19 y 20 que corresponden al 19 y 20 de septiembre de 2011 se removi6 76,7% y 71,9% respectivamente, se aproximan la porcentaje límite de remoción.

Figura 9. Porcentaje de remoción de DBO₅, con base en la Tabla 28.



La figura 9, muestra que tan sólo en la muestra 1 y 2 correspondiente a los meses junio y agosto. se cumple con lo exigido por el Decreto 1594 de 1984, pues esta superior al 80%, en estas dos muestras se dio una remoción de DBO₅ de 85,09% y 87,7% respectivamente.

Con relación a las otras muestras, ninguna esta por encima del límite. En la muestra 20 (09-30-11) y 15 (09-22-11) se obtuvo la remoción más baja, pues tan solo se removió 1,82% y 0,3% respectivamente.

Cabe resaltar que el 29 de septiembre de 2011 correspondiente a la muestra 19, hubo una remoción del 0% en cuanto a la DBO₅.

5.2.4 Áreas de influencia directa e indirecta. El área de influencia se establece como aquella zona en donde los efectos ambientales se ven reflejados por las actividades constructivas y operativas del proyecto. Para la formulación de la propuesta del plan de contingencias para los vertimientos generados por la industria farmacéutica, se determinó el área de influencia directa, teniendo en cuenta la actividad generada por la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR de dicha empresa, por tanto influencia los componentes atmosféricos, hidrológicos, edafológicos, bióticos y socioeconómicos.

La planta de tratamiento de aguas residuales, genera contaminación atmosférica, ya que en algunas ocasiones emite fuertes olores, además de la generación de ruido producida por la actividad de la planta; la contaminación de agua, suelo y afectación biótica del área que se puede originar sí por alguna razón no se cumple con los parámetros de calidad de vertimientos establecidos por la normatividad vigente en cuanto a aguas residuales. Finalmente, por estos efectos contaminantes se podrían ver afectadas las personas que laboran en el parque industrial CAUCADESA.

Además, dentro del área de influencia, se encuentra el humedal El Candil, pues este fue intervenido desde que se construyó el complejo farmacéutico. La convención RAMSAR^{11*}, definió a los humedales como “extensiones de marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, estanques artificiales o embalses, cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

El departamento del Cauca ha sido muy privilegiado al tener humedales, estos se han aprovechado como reservorios de agua con fines agropecuarios, sin embargo, estos han sufrido modificaciones antrópicas, alterando la concentración de nutrientes y sedimentos que alteran a su vez el crecimiento desmesurado de la vegetación acuática. (Plan de recuperación y conservación del humedal El Candil, 2006)

Particularmente, el humedal El Candil cumplía una serie de funciones, entre otras

- Almacenamiento de agua: ya que sirve como regulador de flujo de agua, previniendo inundaciones y recargando acuíferos superficiales
- Control de la calidad del agua: retiene sedimentación contaminante
- Regulación del clima local: estabiliza el clima, regula precipitación y temperatura, reduce evo transpiración

¹¹ Convención Ramsar. [En línea]. The Ramsar Convention on Wetlands. [Consultado el: 28 de septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2_.

*Convención sobre los humedales. Tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro a la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

El humedal El Candil es de vital importancia, ya que reduce la posibilidad de inundaciones en el invierno que puedan perjudicar a la compañía, adicional a esto en las épocas de sequía sirve como reservorio para las poblaciones cercanas que se benefician de este humedal. (Plan de recuperación y conservación del humedal El Candil, 2006)

El humedal el Candil, se encuentra ubicado en el norte del departamento de Cauca, su posición geográfica es de 3° 00', 47'' N, 76° 29' 12'' W. Se encuentra a una altura de 1075 msnm, hace parte del complejo humedal continental del alto del río Cauca y según la clasificación de Naranjo (1998) se extiende al sur de los rápidos del río Cauca, al encañonarse luego de la desembocadura del río Risaralda. Incluye las planicies aluviales del Cauca y sus principales afluentes y se extiende hacia el sur hasta Santander de Quilichao. (Plan de recuperación y conservación del humedal El Candil, 2006)

El Candil se clasifica como un humedal de ámbito interior, del sistema palustre, subsistema permanente, clase emergente y de la subclase de pantanos y ciénagas dulces permanentes. Se caracterizan por tener vegetación acuática conformada por plantas flotantes o arraigadas de aguas tranquilas tales como, *Eichonia crassipes* (Buchón de agua), *Aistia stratiotes* (Tarulla), *Salvinia natans* (Oreja de Ratón), *Nymphacea goutodiana* (Loto o lechuga de agua). (Plan de recuperación y conservación del humedal El Candil, 2006)

Otra zona de influencia es la correspondiente al complejo multilativo GENFAR S.A., compañía encargada de desarrollar, manufacturar y comercializar medicamentos y productos destinados a satisfacer las necesidades de salud y bienestar de los consumidores.

En GENFAR S.A trabajan actualmente 578 personas, incluyendo personal de tiempo completo y temporales. De acuerdo con la actividad que desempeña la compañía, el código de clasificación internacional industrial uniforme CIIU, es D2423¹². En esta compañía se producen medicamentos para la salud animal y humana (figura 10).

¹² Fabricación de otros productos químicos. [En línea]. Código industrial internacional uniforme, CIIU. Revisión 3. [Consultado el: 15 de Julio de 2011]. Disponible en Internet: <http://quimbaya.banrep.gov.co/servicios/saf2/BRCodigosCIIU.html>

El diagrama de flujo detalla el proceso de fabricación de vacunas, dividido en etapas numeradas:

- Etapa 1:** Almacén de Materias Primas y Desencartonado.
- Etapa 2:** Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Análisis No Instrumental, Laboratorio de Análisis Instrumental, Laboratorio Desarrollo, Laboratorio Estabilidad, Laboratorio Metrología. Incluye el Riesgo Biológico.
- Etapa 3:** Dispensado.
- Etapa 4:** Fabricación y Envase de Líquidos No Estériles y Semisólidos.
- Etapa 5:** Sólidos, Envase de Sólidos.
- Etapa 6:** Fabricación y Envase de Líquidos Estériles (Ampollas), Fabricación y Envase de Líquidos Estériles (Frascos), Betalactámicos.
- Etapa 4.1:** Acondicionamiento.
- Etapa 5.1:** Acondicionamiento de Líquidos Estériles (Ampollas), Acondicionamiento de Líquidos Estériles (Frascos).
- Etapa 7:** Construcciones y SAC, Centro de Distribución.

Se muestran también los flujos de residuos, agua tratada, lodos, emisiones y agua.


La descripción de los aspectos ambientales de la compañía se presenta en el anexo A.

Para cumplir con la normatividad y hacer de laboratorios GENFAR S.A una industria amigable con el medio ambiente y con compromiso social y ambiental se identificaron y evaluaron los aspectos ambientales, con el fin de conocer donde se encontraban los impactos ambientales más altos y cuáles eran las áreas que debían mejorar para cumplir con los estándares ambientales.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO.

Se realizó una lista de chequeo para identificar inicialmente el estado en el que se encontraba la PTAR, así como sus procesos y manejo. Esta lista arrojó los siguientes resultados, los cuales se pueden observar en el cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis De Riesgos Del Sistema De Vertimiento.

	TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A		
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 puntos	60 puntos	10 puntos
¿La PTAR se encuentra ubicada en un sitio adecuado para la empresa y el entorno?		X	
¿La PTAR produce un impacto negativo al área de influencia?		X	
¿La PTAR emite olores fuertes al ambiente (contaminación atmosférica)?	X		
¿El tamaño de de la PTAR es apropiado para la cantidad de aguas residuales que generala empresa?		X	
¿Existe un monitoreo y/o control constante de la PTAR?		X	
¿Existen herramientas para controlar y/o verificar permanentemente el estado de la PTAR?			X
¿Existen herramientas para monitorear constantemente la calidad de agua residual que genera la empresa?			X
¿La PTAR cuenta con trampas de grasas?			X

Cuadro 8. Análisis De Riesgos Del Sistema De Vertimiento. (Continuación)

		TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A	
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 puntos	60 puntos	10 puntos
¿La PTAR fue diseñada para tratar aguas residuales industriales?			X
¿Se cumple con la normatividad ambiental vigente?	X		
¿Se realizan análisis a las aguas residuales?	X		
¿Existe una adecuada disposición final de los lodos?	X		


De los resultados obtenidos de la ejecución de la lista de chequeo, se obtuvo un total de 740 puntos, que corresponde al 62%, esto quiere decir, que la planta de tratamiento se encuentra en un estado aceptable. Tabla 6 (rangos de calificación para el estado actual de la PTAR).

Para el análisis de riesgos del sistema de vertimiento, se identificaron los escenarios que se encuentran especificados en los anexos B, C y D del presente informe.


Una vez son identificados los diferentes riesgos ambientales para cada uno de los escenarios propuestos, se determina la probabilidad de ocurrencia. Para esto se tiene en cuenta la tabla 8.

Los cuadros 9 a 11, presentan las matrices de probabilidad y gravedad para cada uno de los riesgos.


Cuadro 9. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo interno

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A						
MATRIZ DE PROBABILIDAD Y GRAVEDAD PARA EL ESCENARIO DE RIESGO INTERNO						
Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
PTAR	Aguas Residuales	Derrame de medicamentos por el sifón-llegada a PTAR	3	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Paro de la PTAR	3	5	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Ruptura de la tubería	3	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Ruptura del tanque (grava, arena y piedras)	1	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Rebose del tanque de contacto	2	4	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Colapso del tanque Ecualizador	1	5	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Daño en las bombas de aireación	4	5	3	3


Cuadro 9. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo interno. (Continuación)

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A						
MATRIZ DE PROBABILIDAD Y GRAVEDAD PARA EL ESCENARIO DE RIESGO INTERNO						
Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
PTAR	Aguas Residuales	Rebose del alcantarillado, devolviendo el agua residual por los sifones	3	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Mortandad de microorganismos	3	5	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Alteración de los parámetros físico-químicos.	5	4	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Utilización de detergentes inadecuados en el lavado de las áreas y lavandería.	2	3	3	2
PTAR	Aguas Residuales	Depositan residuos sólidos en la PTAR	5	3	2	2
PTAR	Aguas Residuales	Depositan residuos peligrosos en la PTAR	2	5	4	4
PTAR	Aguas Residuales	Aumento de lodos	5	3	5	3
PTAR	Aguas Residuales	Sabotaje	2	5	3	4

Cuadro 9. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo interno. (Continuación)

		TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A				
MATRIZ DE PROBABILIDAD Y GRAVEDAD PARA EL ESCENARIO DE RIESGO INTERNO						
PTAR	Aguas Residual es	Taponamiento en la tubería por exceso de producto.	4	3	3	2
PTAR	Aguas Residual es	Depositán el agua resultante de las calderas y las torres	1	3	2	2
PTAR	Aguas Residual es	Aumento de producción.	5	3	3	3

Cuadro 10. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgos ambientales

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A						
MATRIZ DE PROBABILIDAD Y GRAVEDAD PARA EL ESCENARIO DE RIESGOS AMBIENTALES						
Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
PTAR	Aguas Residuales	Precipitación abundante	4	3	3	2
PTAR	Aguas Residuales	Eventos sísmicos	2	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Inundaciones	2	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Incendios intencionales	2	4	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Deshielo del nevado del Huila	1	3	3	4
PTAR	Aguas Residuales	Sequía	4	3	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Contaminación del humedal El Candil	5	3	3	3

Cuadro 11. Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo externo


 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A						
MATRIZ DE PROBABILIDAD Y GRAVEDAD PARA EL ESCENARIO DE RIESGO EXTERNO						
Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
PTAR	Aguas Residuales	Inseguridad	3	2	3	3
PTAR	Aguas Residuales	Conflicto armado	2	3	4	3
PTAR	Aguas Residuales	Accidentes vehiculares	3	2	3	2

Tabla 30. Promedio probabilidad de ocurrencia

Escenarios	Promedio Probabilidad de Ocurrencia
Riesgo Interno	3
Riesgo Externo	2
Riesgos Ambientales	3

A continuación se plantea la puntuación promedio de gravedad para cada uno de los entornos. (Tablas 31 a 33)

Tabla 31. Puntuación promedio de gravedad para el entorno de la calidad del medio ambiente.

Medio Ambiente	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

Tabla 32. Puntuación promedio de gravedad para el entorno Socioeconómico y Cultural.

Socioeconómico y Cultural	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

Tabla 33. Puntuación promedio de gravedad para el entorno organizacional y financiero.

organizacional y financiero	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

A continuación, después de identificar la probabilidad y la gravedad de las consecuencias estimadas, se puede calcular el riesgo ambiental. Este se determina para los tres entornos, en este caso, calidad del medio ambiente, socioeconómico y cultural y organizacional y financiero. (Cuadros 12, 13 y 14)

Cuadro 12. Riesgo ambiental entorno calidad del medio ambiente

		Peligrosidad entorno calidad del medio ambiente				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2			E3		
	3			E1 Y E2		
	4					
	5					

Cuadro13. Riesgo ambiental entorno socioeconómico y cultural

		Peligrosidad entorno socioeconómico y cultural				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2			E3		
	3			E1 Y E2		
	4					
	5					

Cuadro 14. Riesgo ambiental entorno organizacional y financiero

		Peligrosidad entorno organizacional y financiero				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2			E3		
	3			E1 Y E2		
	4					
	5					

De acuerdo con los resultados obtenidos en la valoración de riesgos, se encontró que el entorno de la calidad del medio ambiente se encuentra en riesgo elevado, esto quiere decir que los eventos naturales que se puedan presentar en el sector tendrían impacto negativo grave sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a largo plazo. Puesto que los desastres y eventos ambientales no se pueden controlar ni prevenir. Ante un evento natural, dependiendo de su magnitud y grado de afectación, el plan de acción es almacenar las aguas residuales en sus cajas correspondientes e impedir su llegada a la PTAR mientras se solucionan los posibles daños. Lo importante es no permitir que el agua residual llegue al cuerpo receptor, en este caso el humedal El Candil.

Para los entornos socioeconómico y cultural, organizacional y financiero, se catalogaron como riesgo medio, por tanto los eventos que afecten a la PTAR, dependiendo de su magnitud tendrán impacto negativo controlado sobre el medio

ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pocas pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a mediano plazo, puesto que su probabilidad de ocurrencia es mínimo. En caso que se llegue a presentar alguno de los eventos relacionados en cada uno de los entornos, especialmente de escenarios internos, se propone una optimización de los procesos de la PTAR para prevenir y/o mitigar dichas actividades. Al realizarse los cambios en la PTAR, la vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia disminuye, teniendo más seguridad en el tratamiento de aguas residuales y garantizando su calidad en el efluente final.

7. Plan de Contingencia para la planta de tratamiento de aguas residuales. (Medidas de prevención y mitigación)

Los procesos a seguir en el tratamiento de aguas residuales se encuentran especificados en la tabla 34.

Tabla 34. Procesos para tratamiento de aguas residuales

CONTAMINANTE	PROCESO
DBO₅	Lodos activados, lagunas aireadas, filtros percoladores, unidades de contacto biológico rotatorio o biodiscos, lagunas facultativas aireadas o fotosintéticas, lagunas anaeróbicas, filtros anaeróbicos, proceso anaeróbico de contacto, reactores anaeróbicos de flujo ascensional.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	Sedimentación, flotación, cribado, filtración.
METALES PESADOS	Intercambio iónico, precipitación química.
GRASAS Y ACEITES	Depósitos sanitarios o tanques de retención, trampas de grasas, zanjas de oxidación, lagunas de lodos activados.

En cuanto al tratamiento de contaminantes, la presencia de metales pesados que son producto de las aguas residuales industriales, en concentraciones aceptables causa problemas fuertes de inhibición del tratamiento biológico así como la disposición de lodos provenientes del sistema de tratamiento. La tabla 35 muestra algunos métodos para la remoción de los contaminantes principales.

Tabla 35. Métodos para la remoción para los metales pesados

METALES PESADOS	MÉTODO DE REMOCIÓN
Arsénico (el más efectivo requiere una etapa previa de oxidación del arsenito en arsenato.)	La oxidación de arsenito a arsenato se hace por medio de cloro, seguida de la precipitación y la sedimentación. Mediante precipitación con Cal o sulfuros. Precipitación en la coagulación con el hidróxido de aluminio o de hierro. La precipitación con sulfuros Precipitación con Cal, pero necesita un pH mayor-igual 12.
Arsenato (As)	

Tabla 35. Métodos para la remoción para los metales pesados. (Continuación)

Cadmio (Cd)	Precipitación a pH entre 9 y 12. Esta precipitación funciona con cal. Después de la precipitación es conveniente la filtración para una buena remoción.
Cobre (Cu)	Precipitación, con un pH óptimo de 9 a 10,3. Cabe aclarar que este método es eficiente siempre y cuando haya una buena remoción de sólidos. Para la precipitación se usa cal y soda cáustica. (Si el agua residual tiene sulfato de cobre, la agregación de cal forma sulfato de calcio.) Por tanto no se puede usar el método de filtración. Proceso de reducción y precipitación. Para esto se debe reducir el cromo hexavalente a trivalente, luego precipitación del cromo trivalente y finalmente remoción del cromo precipitado.
Cromo (Cr) (cromo hexavalente y cromo trivalente)	Los agentes reductores para el cromo son: sulfato ferroso (se aplica en seco o en solución), metabisulfito de sodio (se aplica en seco o en solución), dióxido de azufre (se debe aplicar en forma gaseosa.) se necesita de un pH menor de 3, por tanto se le adiciona un ácido. Para el cromo trivalente se necesita un pH de 8. La precipitación con cal genera mayor cantidad de lodos, mientras que con soda cáustica genera menos lodos pero necesita de filtración para remover los sólidos suspendidos. Oxidación de hierro ferroso en hierro férrico, precipitación y clarificación.
Hierro (Fe)	Se neutraliza el agua (pH 7) con cal, para la oxidación de hierro ferroso en férrico y forme hidróxido férrico (es insoluble), este se sedimenta y se filtra. Posteriormente se airea y se ejecuta la oxidación del hierro ferroso.

Tabla 35. Métodos para la remoción para los metales pesados. (Continuación)

Mercurio (Hg)	<p>El tratamiento se realiza por intercambio iónico o por coagulación.</p> <p>Intercambio iónico: formación de cloruro mercúrico con carga negativa mediante la adición de cloro o hipoclorito para oxidar cualquier mercurio metálico que pueda existir, y remoción del compuesto de cloruro mercúrico sobre una resina de intercambio aniónico.</p> <p>Coagulación: las sales de hierro o de aluminio producen remoción de mercurio; pero con hierro es más efectivo ya que forma un floc de mejor asentamiento. Posteriormente se debe implementar filtración como complemento del tratamiento. Producen lodos contaminados.</p> <p>Otra alternativa es la adsorción con carbón activado para remoción del mercurio. Pero es menos efectivo.</p>
Zinc (Zn)	<p>El método común es por precipitación con un pH de 9 a 9,5 y mayor- igual 11. El zinc es soluble a pH alto o bajo. Para la precipitación de usa Cal o Soda caustica. El proceso debe ir complementado por sedimentación y filtración.</p>

Para los altos contenidos de grasas y aceites, se sugiere el siguiente tratamiento: NE 1000HIG (es un polvo suelto que viene en envases de 25, 30, 50 y 100 libras), es una solución de bioaumento natural, ha sido formulada para corregir estos problemas, es una mezcla patentada de microorganismos que degrada las grasas y los aceites y evita la acumulación que puede resultar perjudicial en sistemas de desagüe, estaciones de bombeo, áreas de retención de aguas residuales.) (Natural Environmental Systems)

Además de metabolizar las grasas y aceites, también metaboliza desechos orgánicos, lo cual reduce la DBO_5 en las plantas de tratamiento de aguas residuales y disminuye la aparición de olores fuertes. (Natural Environmental Systems). Cuando se hace una remoción eficiente de grasas y aceites, mejora la eliminación de la DBO_5 y la DQO, hay una degradación de de desechos orgánicos, se reduce la acumulación del lodo.

8. Optimización de los procesos de la Planta de Aguas Residuales PTAR producidas por GENFAR S.A

En relación al tratamiento de aguas residuales industriales – domésticas producidas por la industria farmacéutica, se mostrará a continuación claves para optimizar procesos en la planta de tratamiento:

Como primera instancia, se debe realizar un muestreo por 24 horas, evaluando cada unidad de la PTAR y de esta manera reconocer qué parte del proceso está fallando y donde se deben enfocar los cambios. Después de esto, se recomienda muestrear puntualmente el proceso de la planta de betalactámicos para conocer el tipo de sustancias y en qué cantidad se encuentran y de esta manera poder implementar un cambio en el proceso. Además se debe identificar qué tipo de metales pesados hay en cada tipo de efluente.

Ahora bien, para cada una de las unidades de la planta de tratamiento de GENFAR S.A y conociendo el proceso existente, se recomiendan las siguientes mejoras:

- En cuanto al tanque ecualizador, se recomienda implementar el flujo hidráulico para que no se almacenen las aguas residuales en un solo lado, implementando aireación en todo el tanque o modificar la entrada y la salida del efluente y dejar que el efluente entre por un extremo y salga por el otro extremo y de esta manera habrá un recorrido por todo el tanque. Para los lodos que se encuentran flotando en el tanque ecualizador se hace una sedimentación primaria.

Por tanto, lo ideal es dividir el tanque ecualizador en dos, de esta manera quedarían dos procesos: una sedimentación primaria y ecualizador (darle recorrido hidráulico o que haya una mezcla). Para la división del tanque ecualizador, se construyen pasamuros o tabiques para bajarle el impacto al agua que entra y se inicie el proceso de sedimentación, además se debe hacer un drenaje en los tubos para que el lodo producido vuelva al ecualizador. En caso que se produzca altas cantidades de lodos, se implementa una válvula para recircular el lodo hacia ecualización o aireación. Adicionalmente se implementa un mezclador, para homogeneizar el residuo en el tanque ecualizador y posteriormente realizar una sedimentación primaria.

- Luego, para el tanque de aireación, se debe chequear el nivel de los lodos, ya que este manto debe estar aproximadamente en 3.000 mg/L (SST), además es conveniente monitorear frecuentemente el consumo de oxígeno disuelto que se debe mantener entre 2 y 3 mg/L.

Para este sistema de aireación se debe verificar que el sistema de aspersión del aire este completamente despejado, que haya buena aireación sumergida, y eso lo determina la cantidad de lodo existente en el tanque, puesto que mucho lodo sella el sistema e impide que se produzca aireación.

- Siguiendo con el sedimentador, este no debe tener ninguna clase de aireación ni mezcla. El agua clarificada debe salir siempre por encima del tanque. El agua residual que llega al tanque debe mantener lo mas quieta posible para que haya una optima decantación.
- Por otro lado, el filtro por grava, arena y antracita, maneja un proceso de filtración rápida, este no debe tener aireación constante. En esta unidad los sedimentos quedan en la capa de arena, estos se pueden remover manualmente (con pala), o se puede usar otro método que consiste en inyectar aire y agua, de esta manera se levantan los sedimentos y se manda a ecualización de nuevo. Lo recomendado es que sea manual para que haya una mejor remoción. Esta limpieza se recomienda realizarla cada 8 o 15 días.

En este punto del proceso no se recomienda adicionar cloro, ya que se devuelven las aguas al tanque ecualizador y se afectan las bacterias que remueven la materia orgánica. La cloración se recomienda hacerse al final del proceso cuando el cuerpo de agua termine su tratamiento y se disponga en el cuerpo receptor. No es adecuado aplicar cloro si el agua va a retornar ya que interfiere con el proceso de degradación.

Adicionalmente, se recomienda implementar el siguiente procedimiento dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales, para que el agua residual llegue a la PTAR en mejores condiciones y se puedan cumplir con los estándares normativos vigentes:

- Implementar un canal de llegada con rejillas y desarenadores antes del tanque ecualizador, para que haya una retención de sólidos suspendidos de mayor tamaño al inicio del proceso y que no produzca ninguna interferencia una vez iniciado el tratamiento.

- En la caja donde se encuentran las aguas residuales industriales, se debe implementar una rejilla para detener cualquier elemento (residuo sólido) que pueda llegar a la PTAR y taponar tubería y bombas de aireación.

Adicionalmente, es preciso incluir un sistema de mezcla rápida que garantice que el cloro que pueda existir en el agua se volatilice. Además, para la precipitación de fenoles, implementar un sistema de coagulantes o polímeros, para esto se debe buscar la más adecuado dependiendo de las características del agua y la cantidad de fenoles que se puedan encontrar.

En esta misma caja se recomienda incorporar un sistema de aspersión para controlar la espuma producida por el detergente o producto (o en caso extremo en el tanque ecualizador), para esto, se puede retornar el agua residual o utilizar el agua lluvia (se implementa una tubería independiente para el sistema de aspersión y lleve el agua a la caja donde se almacenan las aguas industriales y poder mitigar la espuma. Además, se recomienda evaluar el uso que se le está dando al detergente en los diferentes lavados y la cantidad que están usando, para crear alternativas e impedir que llegue tanto producto a las diferentes cajas de almacenamiento de las aguas residuales.

- Implementar trampas de grasas en diferentes puntos estratégicos, inicialmente se recomienda incluir trampas de grasas en fabricación y envase de líquidos no estériles y semisólidos, también es necesario en el casino y antes que el agua residual entre a la planta de tratamiento. En caso que el agua se encuentre a temperaturas altas, se debe implementar un sistema de enfriamiento; esto se puede realizar de dos formas, la primera es por gavetas (verticales) y la segunda es por baffles, cabe aclarar que para implementar la segunda opción se necesita mucha área. Adicionalmente, es necesario un sistema de ventilación antes que el agua residual pase por la trampa de grasas, ya que la grasa se puede volver soluble o de lo contrario al pasar por agua fría se vuelve una masa afectando el sistema.

Con relación a las trampas que deben ubicarse en el casino, deben estar en mantenimiento mínimo cada mes (limpieza), esto se dispone como residuos especiales (incineración), esto también se debe hacer en la trampa de grasas que debe adecuarse en la entrada de la PTAR y en los posibles puntos donde pueda haber concentraciones de grasas (cremas).

Un sistema convencional es adecuado, no puede manejar temperatura mayor a 40 °C según la norma. Estas trampas de grasas se diseñan de acuerdo al volumen de agua que se va a manejar.

Sin embargo, se podrían implementar filtros de bloqueo de aceite, estos son filtros de cartucho especialmente diseñados y fabricados para la eliminación de aceites que se encuentran en el agua en forma libre, dispersa o emulsionada. Este cartucho contiene un co-polímero que absorbe los hidrocarburos y uniones del aceite en un período de tiempo mínimo. Su función es encapsular el aceite y solidificarlo. (Water Treatment Solutions, 2011).

- La biomasa que se genera con la optimización de este sistema es típica para aguas residuales industriales, ya que existe un control de lodos y de las concentraciones de oxígeno. Es de vital importancia caracterizar fenoles, SAAM y cloro. Lo ideal es medir la cantidad de cloro para generar alternativas de disminución de cloro y el agua residual no contenga altas concentraciones que al llegar a la PTAR puede causar interrupción en el tratamiento. En caso que no se pueda controlar y/o disminuir las concentraciones de cloro en las aguas residuales que genera la planta, se debe airear el tanque ecualizador. Al estabilizar esas aguas de industriales la remoción de DQO y DBO₅ debe mejorar y cumplir con los nuevos estándares exigidos por la norma vigente.
- Adicionalmente, sería prudente implementar medidores de agua en cada una de las áreas de la industria farmacéutica GENFAR S.A, ya que es necesario el monitoreo de la cantidad de agua que sale en cada área y en que horario, así se tendrá un mejor control de la cantidad de agua que llega a la PTAR y en que horarios se necesita realizar el monitoreo del agua residual en la PTAR.

9. RUTINAS DE OPERACIÓN DE LA PTAR

A continuación se describe la rutina de operación que se debe realizar en la planta de tratamiento de aguas residuales una vez se implemente la optimización de la misma.

- Índice volumétrico de lodos (IVL): volumen del lodo sedimentado en una probeta de 1 L, después de 30 minutos (ml/L), dividido por la concentración de sólidos suspendidos totales y el resultado multiplicarlo por 1000. El rango usual del IVL es de 80-150, aunque algunas veces valores más altos pueden producir un buen efluente, debiendo obtener un lodo café y sobrenadante claro y sin olor.
- Prueba de sedimentación: probeta de 1000 ml, se deja decantar durante 30 minutos.
- Prueba de sedimentación en el cono: en un cono (una tolva) se deja decantar por 10 minutos y por 1 hora. Con la prueba de sedimentación, se recomienda tener un control y monitoreo en relación a la evacuación de los lodos al lecho de secado. Este se puede considerar como un indicador visual y esta correlacionado con que los sólidos suspendidos totales que se encuentran en el tanque de aireación, para este sistema la concentración de los lodos en esa prueba deben estar entre 2000 y 3000 mg/L.

Por lo que se refiere a la evacuación de lodos, esta se debe realizar con base en la población estimada en el tanque de aireación, la cual se determina con la prueba de sedimentación a los 30 min. Es importante resaltar que la población de bacterias debe tener una concentración de oxígeno ideal entre 1 mg/L y 3mg/L. igualmente, cuando hay mucho aire dentro de los procesos no hay decantación y por tanto no hay retroalimentación de la biomasa ya que siempre están suspendidas, por tanto se hace necesario regular la cantidad de oxígeno disuelto. Debe quedar claro que en el proceso de sedimentación no debe haber aire para que haya una decantación de los lodos, en el filtro de arena, grava y antracita no debe haber aireación para operación sino que debe existir solo para limpieza (en caso de usar ese método), ya que si se inyecta aire se mantiene limpio el medio filtrante y no va haber biomasa que degrade la materia.

10.PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.

Se presenta un protocolo para responder oportunamente y eficazmente en las situaciones de emergencia para controlar y/o reducir el impacto al medio ambiente. En este caso, se presenta un plan de contingencia en caso que ocurra un derrame de sustancias peligrosas y haya una falla en el sistema de tratamiento de aguas residuales y esta sea vertida sin tratar al humedal El Candil. No necesariamente se debe aplicar este plan en caso de derrame de sustancias peligrosas, también se puede ejecutar cuando ocurra una falla en el sistema de tratamiento y el agua residual no reciba ningún tratamiento previo al vertimiento directo y tenga un alto grado de contaminación.

Por otro lado, al suspenderse las actividades del vertimiento, y existe una suspensión larga (superior a 3 horas diarias), es necesario que se proteja el sistema de tuberías de plástico contra los rayos solares y rayos ultravioleta, en caso tal se debe lavar con agua limpia. Para mantener las condiciones aerobias apropiadas, es necesario airear periódicamente el sistema sumergido. (Villegas 2007-2009).

En caso que haya un bloqueo en los difusores o líneas de aire, se recomienda aumentar el suministro de aire, limpiar los difusores y las líneas de aire. (Villegas 2007-2009)

Para evitar daños en el sistema de bombeo de la planta de tratamiento de aguas residuales, se hace necesaria la implementación de rejillas para retener los sólidos de mayor tamaño que impidan el funcionamiento normal de las mismas. En caso de obstrucción en las bombas de aireación, se recomienda limpiarlas en el menor tiempo posible para continuar con el proceso de tratamiento.

10.1 PROTOCOLO DE CONTINGENCIA. Dado el caso que ocurra un derrame de agua residual sin ningún tipo de tratamiento previo y llegue directamente al humedal El Candil o en caso extremo haya un derrame de una sustancia peligrosa por una falla del sistema, el procedimiento a seguir es el siguiente.

- El operario que se encuentre de turno informa al jefe de departamento o su jefe directo y registra el evento ocurrido en la bitácora de trabajo. Debe especificar la intensidad, la ubicación y la clase de derrame (sustancias peligrosas o aguas residuales directas).

- Dependiendo de la gravedad del evento, se debe avisar a las entidades externas, en este caso las entidades ambientales encargadas, específicamente la corporación autónoma regional del Cauca CRC.
- Una vez avisado el evento y se tenga un conocimiento de la ocurrencia del derrame, se debe delimitar el área afectada, esto se puede hacer de forma artesanal (con una soga) para conocer de manera inmediata cuanta área tiene mayor afectación y donde se deben enfatizar las acciones de control.
- Ya identificada el área, se inician unas acciones de control, en este caso las acciones más inmediatas son: cerrar válvulas, impedir el bombeo de agua residual y de esta manera impedir la llegada del vertimiento contaminado al humedal El Candil, prevenir a las poblaciones que se benefician económicamente del humedal El Candil, ya que se genera un tipo de contaminación y esto puede traer consecuencias negativas como los son los problemas sanitarios, enfermedades, infecciones, entre otros.
- Cuando se tenga controlado el evento y se tenga un amplio conocimiento de lo ocurrido, teniendo en cuenta sus causas, las consecuencias, el tipo de derrame, entre otros, se inician las labores de recuperación y limpieza del área afectada; esto se hace de la siguiente manera: instalar bombas hidráulicas para succionar el agua residual que se encuentra en el humedal El Candil y mitigar la contaminación, construir barras (madera o metálicas) para impedir que el agua residual se disperse por todo el humedal y así poder limpiar el área.
- Después que se haya limpiado el área y el evento este controlado, es decir que se han minimizado los niveles de contaminación, se inicia la fase de restauración del área afectada. Esta restauración se puede dar por dos maneras: restauración ecológica: se da de manera natural, es decir que hay una restauración regenerativa sin ninguna intervención externa. Esto se hace por ciclos naturales; restauración ambiental: es una restauración antrópica, es decir que hay una intervención directa del ser humano, puede iniciarse con la siembra de plantas nativas de la zona.
- Finalmente, se encuentra la fase de inspección, monitoreo y seguimiento de la zona, esto se hace con el fin de monitorear y controlar la evolución de la recuperación del área para que haya una restauración óptima. Este seguimiento se hace inicialmente trimestral, para que haya un control directo en la evolución de la zona, aunque el período de tiempo puede variar dependiendo de la magnitud y gravedad del evento. Una vez se tenga una evolución positiva, se recomienda que el monitoreo se analice anualmente.

11.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Las diferencias entre el Decreto 1594 de 1984 y el Decreto 3930 de 2010, radica en los rangos de los parámetros, puesto que el Decreto 3930 de 2010 es más exigente y menos permisible, teniendo en cuenta que la primera se basa en el porcentaje de remoción y la segunda se basa en la concentración de carga contaminante. Adicionalmente se evalúan otros parámetros como el DQO, y se especifican los parámetros a evaluar para cada sector (doméstico, industrial).
- Los vertimientos generados por la PTAR tienen un alto grado de carga contaminante según los resultados obtenidos en los muestreos. Su principal dificultad se ve reflejado con los altos porcentajes de Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Biológica de Oxígeno y pH, puesto que dichos parámetros se encontraban en un rango mayor que el admitido por el Decreto 3930 de 2010. Por tal razón se debían modificar/optimizar los procesos de la planta de tratamiento de esta manera ajustarse a la Normatividad.
- Se realizó una comparación de medias (prueba estadística) con el historial de muestreos (2001- 2010) y con las muestras tomadas en el segundo semestre del año 2011, con el fin de analizar el porcentaje de remoción a lo largo de estos años, encontrando que en años anteriores se cumplía con la legislación (Decreto 1594 de 1984), pero al compararse con el Decreto 3930 de 2010 se sobrepasaba los límites permisibles.
- Los niveles más críticos se encontraron en los sólidos suspendidos, debido a que la planta no estaba realizando un buen proceso de decantación y no removía sólidos.
- El pH se encontró dentro del rango permisible, sin embargo estaba con un pH cercano a 6, esto significa que las aguas estaban siendo vertidas al medio natural ácidas y podían tener consecuencias negativas para la sobrevivencia de la flora y fauna. Al terminar los muestreos se pudo comprobar que el horario de la toma de muestras influía de manera directa, pues en la mañana el pH del agua residual estaba próximo a 7 y descendía en las tardes después que las áreas eran lavadas por la culminación del proceso productivo.
- Los niveles de la Demanda Bioquímica de Oxígeno no estaban elevados, pero sobrepasaban el rango permisible. Los días que estuvieron más altos, obedecía al vertimiento de sustancias químicas a la planta interrumpiendo las fases de tratamiento.

- Los niveles de la Demanda Química de Oxígeno en ninguno de los muestreos tomados en el año 2011 estuvieron dentro del rango permisible, debido a que la planta de tratamiento no está diseñada para tratar aguas residuales industriales, sino que se diseñó para tratar aguas residuales domésticas.
- Por ser una industria farmacéutica el volumen de aguas residuales industriales es mayor causando que la planta no remueva lo necesario ni cumpla con los rangos establecidos en la normatividad legal vigente.
- El riesgo se determinó con la probabilidad de ocurrencia y la valoración de la gravedad, arrojando como resultado que la calidad del medio ambiente se encuentra en un riesgo elevado y el entorno social y financiero se encuentran en un riesgo medio.
- De manera general se puede plantear que se necesita trampas de grasas, rejillas y la modificación del tanque ecualizador, tanque de aireación, sedimentador y filtro de grava, arena y antracita. Este planteamiento se dejó con los respectivos manuales de operación y control.
- El protocolo de emergencias se hizo con base a la ocurrencia de un derrame de agua residual industrial sin tratamiento directo al humedal El Candil, planteando unas fases que debe seguir el operador en caso de un accidente o incidente de trabajo con el proceso mencionado

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010. Bogotá, D.C., 2010

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 de 2010 Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., 2010.

Convención Ramsar. [En línea]. The Ramsar Convention on Wetlands. [Consultado el: 28 de septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2.

División político-administrativa. [En línea]. Villa Rica, Cauca, 2009 [Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.villarica-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=t>

Evaluación de impacto ambiental de la industria farmacéutica GENFAR S.A. C.I. AMBIENTAL LTDA, 1998.

Fabricación de otros productos químicos. [En línea]. Código industrial internacional uniforme, CIIU. Revisión 3. [Consultado el: 15 de Julio de 2011]. Disponible en Internet: <http://quimbaya.banrep.gov.co/servicios/saf2/BRCodigosCIIU.html>

Filtración de aceite Filtro de bloqueo de aceite. [En línea]. Water Treatment Solutions – Lenntech, 1998-2011. [Consultado el: 9 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://www.lenntech.es/filtracion-aceite.htm>.

Fotografía aérea de la industria farmacéutica GENFAR S.A. [En línea]. Google Earth [Consultado el: 20 de Junio de 2011.]. Disponible en internet: www.earth.google.com.

Gestión de riesgos. [En línea]. Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC, 21 de Marzo de 2011. [Consultado el: 17 de Agosto de 2011.]. Disponible en

Internet:

(<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=217&conID=412>).

GONZALEZ VERENA, Cabo y VALENCIA OROZCO, Álvaro. Ley Páez en el norte del Cauca, Colombia y su influencia sobre la comunidad de Villa Rica: hallazgos Iniciales. 2003, Vol. 6 (2). Pags. 89 – 100.

Guías de Gestión Ambiental . [En línea]. COEPA. Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante, 2007. [Consultado el: 2 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://coepa.net/guias/identificacion-y-evaluacion-de-riesgos-ambientales/5-metodologia-evaluacion-une-150008-ex>.

Guía Empresarial De Gestión Ambiental . [En línea]. COEPA. Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante, 2007. [Consultado el: 19 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://coepa.net/guias/files/riesgo-ambiental.pdf>.

Guía Institucional de Gestión Ambiental Identificación y Evaluación. [En línea]. Sistema de Administración Ambiental SAA. [Consultado el: 30 de Julio de 2011.]. Disponible en Internet: http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA_RIESGOS_AMBIENTALES_UPN.pdf.

Guía Técnica Colombiana GTC 104. [En Línea] Gestión del riesgo ambiental. Principios y procesos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. Bogotá, 2004. [Consultado o el: 1 de Septiembre de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.sinab.unal.edu.co/gtc/GTC104.pdf>

Información general. [En línea]. Villa Rica, Cauca, 2009[Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.villarica.gov.co/villaRica/datosGenerales.php>

Normatividad ambiental. [En línea]. Bogotá, D.C. Asocars, 2011. [Consultado el: 30 de Junio de 2011.]. Disponible en Internet: <http://www.asocars.org.co/normas/normas.htm>.

Normatividad ambiental para Colombia. [En línea]. Santa marta, Magdalena. Corporación Autónoma Regional del Magdalena CORPAMAG, 2011. [Consultado

el: 29 de Junio de 2011.]. Disponible en Internet:
<http://www.corpamag.gov.co/vernormas.php>.

pH y alcalinidad. [En línea]. Colombia. Water Treatment Solutions, 2011. [Consultado el: 02 de Junio de 2011.]. Disponible en Internet:
<http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>.

Plan de Contingencias. [En línea]. Cali, Valle del Cauca. Empresa Social del Estado Antonio Nariño en Liquidación, 2009. [Consultado el: 05 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet:
<http://www.esen.org/descargas/LIQUIDACION/NORMATIVIDAD/pcontingencia.pdf>.

Plan de recuperación y conservación del humedal El Candil. Asociación de Pescadores de Villa Rica ASOPEVI, Comité Socioecológico La Arrobleda Santander de Quilichao y GENFAR S.A., 2006. Tomo 1.

Plano General. [En línea]. Municipio de Villa Rica, Cauca, Colombia, 2009. [Citado el: 31 de Agosto de 2011.]. Disponible en Internet:
<http://www.villarica-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-1-&x=1776615>.

QUINTERO MONDRAGON, Miryam Constanza. Descripción Del Sistema De Tratamiento De Las Aguas Residuales . 2008

Quienes somos. [En línea]. Villa Rica, Cauca. Alianza gráfica, 2008 [Consultado el: 10 de Marzo de 2012]. Disponible en Internet:
http://alianzagrafica.com/ag08/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=39

Ramalho, Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté, S.A. Reimpresión 2003.

Resolución 0571 de 9 de Julio de 2002. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Villa Rica, Cauca, 2002.

Romero, Alfredo. Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté, S.A. 2001


Tratamiento Para Altos Contenidos de Grasa y Aceite . [En línea]. Natural Environmental Systems. NE 1000HIG. [Consultado el: 9 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: <http://www.ambientalnatural.com.mx/productinfo.php/?sku=1000-217&surl=hihg-grease-treatment>.

VELAZQUEZ ARCE, Ana Lucia, CALDEDORON MOLGORA, Cesar y TOMASINI ORTIZ, Ana Cecilia. Serie Autodidáctica de medición de la Calidad del Agua. Fundamentos Técnicos para el Muestreo y Análisis de Aguas Residuales. [En línea]. [Consultado el: 20 de Julio de 2011.]. Disponible en Internet: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Fundamentos_Tecnicos.pdf.

VILLEGAS CALDERON, Laura Inés. Instructivo de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Lodos Activados por Aireación Extendida. [En línea]. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira, 2007 y 2009. [Consultado el: 27 de Septiembre de 2011.]. Disponible en Internet: http://www.utp.edu.co/php/institutoambiental/PMA-02-A4-INSLA_PTAR_PRINCIPAL.pdf

ANEXOS

Anexo A. Matriz aspectos aguas



TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A


Fecha: Julio de 2011

Página 1 de 6


MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A

ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
		Agua	Agua residual						
Direccion de planeacion-ingenieria de planta	limpieza del área	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo		X		X
Direccion de mantenimiento	limpieza del área	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Almacen de Materias primas y Descartonado	Recepción de materias primas y materiales para los procesos de fabricacion, envase y acondicionamiento de medicamentos de la linea de salud humana y salud veterinaria.	X		consumo de agua		X			X
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo	X			X
	Aislamiento de materias primas y materiales; se separan de acuerdo a lo solicitado	X		consumo de agua		X			X
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo	X			X
	Aislamiento y desencartonado de las materias primas, requeridas por ordenes de produccion (envía por medio de esclusas a el área de dispensado- área blanca)	X		consumo de agua		X			X
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo	X			X

Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)

	TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A					Fecha: Julio de 2011			
						Página 1 de 6			
	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A								
ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Almacen de Materias primas y Descartonado	limpieza del área	X		consumo de agua		X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Laboratorio de análisis no instrumental	Muestreo aleatorio, aproximadamente 15% por lote de las materias primas rotuladas, con el fin de obtener la aprobación. La cantidad muestreada se determina con un rango establecido.	X		consumo de agua					
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo		X		X
	concluido el analisis de muestras, estas se envasan en frascos de vidrio y se envían por correo neumático al laboratorio de análisis Físico-Químico	x		consumo de agua					
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo		X		X
	muestras dentro del proceso, para cumplir con estandares de calidad en las áreas de manufactura, envase y empaque.	x		consumo de agua					
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo		X		X
	limpieza del área	x		consumo de agua	agua	X			
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo	X			X

Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)



TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A


Fecha: Julio de 2011

Página 1 de 6


MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A

ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Dispensado	Separar el peso físico de las materias primas solicitado en la orden de producción		X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo		X		X
	Proceso de limpieza con agua potable o purificada y sanitizacion con <i>tego timsen e hipoclorito</i> entre las actividades	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Generacion de vertimientos (aguas residuales)al agua y suelo	Fuente receptora-suelo	X			X
Fabricación y envase de líquidos no esteriles y semisólidos	limpieza de equipo y de área	X		consumo de agua					
			X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Sólidos: Fabricación (mezcla, aglutinación, granulación, secado y molienda).	lavado del equipo y limpieza del área	X		consumo de agua					
			X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Sólidos: Compesión y Recubrimiento	lavado del equipo y limpieza del área	X		consumo de agua					
			X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Sólidos: Encapsulando	lavado del equipo y limpieza del área		X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X


Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)

	TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A					Fecha: Julio de 2011			
						Página 1 de 6			
	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A								
ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Envase de Sólidos	lavado del equipo y limpieza del área	x		consumo de agua					
			X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Control en Proceso	Limpieza de las áreas: cuarto de graneles, cuarto de soplado y revisión, cuarto especial para la fabricación de Nifedipino; lavado de los equipos de cada área	x		consumo de agua		X			
			X	Descarga de agua, generacion de aguas residuales	Agua	X			X
Fabricación y Envase de líquidos estériles (ampollas)	Fabricación, tanques reactores provistos con líneas de nitrógeno y agua WFI	x		consumo de agua	Agua	X			
	Lavado y despirogenización de la máquina lavadora túnel de frascos	x		consumo de agua					
			X	Generacion de vertimientos al agua y suelo	Fuente receptora-suelo		X		X
	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Acondicionamiento de Líquidos estériles (ampollas)	Lavado de frascos	x		consumo de agua		X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-aire	X			X

Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)

	TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A					Fecha: Julio de 2011			
						Página 1 de 6			
						MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Acondicionamiento de Líquidos estériles (ampollas)	Lavado de ampollas (agua purificada), despues de usarse el agua, se pasa a un tanque de almacenamiento por un filtro de 0,22 micras y se reutiliza nuevamente en el proceso	x		consumo de agua	Agua - Aire	X			
	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Betalactámicos	Lavado: esterilización y despirogenización de frascos con agua USP	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Agua	X			X
	lavado del equipo y limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales		X			X
Centro de Distribución	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora	X			X
Validaciones y documentación	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora	X			X
Laboratorio de análisis instrumental	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora	X			X

Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)



TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A

Fecha: Julio de 2011

Página 1 de 6


MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A

ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Laboratorio de Metrología	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora	X			X
Laboratorio de Estabilidad	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Laboratorio de Desarrollo de Producto	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Laboratorio de Microbiología	limpieza del área	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Salud Ocupacional y Bienestar Social, Servicios Administrativos, Comunicación y Cultura	limpieza del área	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Dirección de Construcciones y SAC	Operación de la planta y potabilización	X		consumo de agua	Agua	X			
	limpieza del área		X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
		X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Generación de aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			


Anexo A. Matriz aspectos aguas. (Continuación)

	TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A					Fecha: Julio de 2011			
						Página 1 de 6			
	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE RIESGOS PARA EL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A								
ÁREA FÍSICA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL ASPECTO		ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO	ACCIÓN		IMPACTO	
		ENTRADA	SALIDA			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO
Lavandería	Lavado de los uniformes de las áreas de producción	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Descarga de agua					
	limpieza del área	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales	Fuente receptora-suelo	X			X
Servilimpieza	Limpieza de las áreas: pasillos, baños, escaleras	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales		X			X
Sodexo	Suministra la alimentación a los trabajadores de la compañía	X		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales		X			X
	limpieza del área	x		consumo de agua	Agua	X			
			X	Aguas residuales		X			X


Anexo B. Riesgos internos

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si?	Peligro	Circunstancias	Consecuencias
Derrame de medicamentos por el sifón-llegada a PTAR	Colapso de la PTAR por mortandad de microorganismos	Alteraciones por parte del personal que labora en las diferentes áreas.	Contaminación ambiental.
	Interrupción del tratamiento del agua residual.		Incumplimiento con la normatividad vigente.
	Lenta recuperación de la PTAR.		Multas monetarias.
	Contaminación del Humedal el Candil, ya que el agua no estaría en óptimas condiciones.		Daños irremediables al medio ambiente.
Paro de la PTAR	Acumulación de aguas residuales sin tratamiento.	Clima (fuertes lluvias)	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
Ruptura de tubería	Proceso deficiente, por tanto hay un tratamiento inadecuado.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Contaminación del Humedal el Candil.		Vertimientos con altos grados de contaminación. Incumplimiento con la norma vigente.
	Interrupción del tratamiento de aguas residuales.		Multas monetarias.
Ruptura del tanque (sistema de grava, arena y piedras)	Contaminación directa al suelo, por derrame de agua residual.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Contaminación del Humedal el Candil.		Vertimientos con altos grados de contaminación. Incumplimiento con la norma vigente.
			Multas monetarias.
Rebose del tanque de contacto	Contaminación directa al suelo, por derrame de agua residual.	Clima (fuertes lluvias)	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
			Vertimientos con altos grados de contaminación.
			Incumplimiento con la norma vigente.
			Multas monetarias.


Anexo B. Riesgos internos. (Continuación)

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si?	Peligro	Circunstancias	Consecuencias
Colapso del tanque Ecuallizador	Contaminación directa al suelo, por derrame de agua residual.	Clima (fuertes lluvias)	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Contaminación atmosférica por aumento de fuerte olores.		Vertimientos con altos grados de contaminación.
	Mortandad de fauna y flora presentes en el sector.		Incumplimiento con la norma vigente.
			Multas monetarias.
Daño en las bombas de aireación	Interrupción del tratamiento de aguas residuales.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Acumulación de aguas residuales.		Vertimientos con altos grados de contaminación.
			Incumplimiento con la norma vigente.
			Multas monetarias.
Rebose del alcantarillado, devolviendo el agua residual por los sifones	Contaminación atmosférica por aumento de fuerte olores.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR.	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales ocasionando vertimientos con altos grados de contaminación.
	Riesgo de infecciones al personal encargado.	Clima (fuertes lluvias)	Incumplimiento de la normatividad vigente ocasionando multas monetarias, sanciones.
Mortandad de microorganismos	Interrupción del proceso de tratamiento de aguas residuales.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR.	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
		Clima (fuertes lluvias).	Vertimientos con altos grados de contaminación.
		Alteraciones por parte del personal que labora en las diferentes áreas.	
			Incumplimiento con la norma vigente.
			Multas monetarias.
Alteración de los parámetros físico-químicos.	Vertimiento de agua residual en calidad no óptima para el medio natural.	Deficiencia en el mantenimiento de la PTAR.	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.	Clima (fuertes lluvias).	Vertimientos con altos grados de contaminación.
	Multa monetaria a la empresa.	Alteraciones por parte del personal que labora en las diferentes áreas.	Incumplimiento con la norma vigente. Multas monetarias


Anexo B. Riesgos internos. (Continuación)

			
TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si?	Peligro	Circunstancias	Consecuencias
Taponamiento en la tubería por exceso de producto.	Colapso de PTAR por vertimiento de producto.	Alteraciones por parte del personal que labora en las diferentes áreas.	Contaminación ambiental.
	Agua residual vertida en malas condiciones al humedal.		Incumplimiento con la normatividad vigente.
	Proceso ineficiente de la PTAR.		Multas monetarias.
	Incumplimiento de la norma vigente.		Daños irremediables al medio ambiente.
	Multas monetarias.		
Depositan el agua resultante de las calderas y las torres	Colapso de la PTAR por rebose de la planta.	Desagüe del agua de calderas y torres a la PTAR	Paro de la planta de tratamiento de aguas residuales.
	Aumento del caudal		Aumento en el efluente final.
Aumento de producción.	Disminución del volumen de agua almacenada en los tanques de la PTAR.	Aumento de producción de un solo lote	Reducción del tiempo de lavado de las áreas.
	No es constante el volumen de agua a tratar, debe haber una modificación constante del caudal.		Disminución del caudal.
			Disminución del volumen de agua.


Anexo C. Riesgos ambientales

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si?	Peligro	Circunstancias	consecuencias
Precipitación abundante	Colapso de la PTAR por sobrecarga de agua lluvia.	Cambio de clima (fenómeno de la niña).	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Contaminación del suelo por rebose de los tanques con agua residual.	Ubicación geográfica.	
	Contaminación atmosférica producto de fuertes olores.		
	Interrupción del proceso de tratamiento.		
Eventos sísmicos.	Pérdidas económicas y de infraestructura	Ubicación geográfica.	Pérdida de infraestructura.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A		Pérdidas monetarias.
	Paro en producción		Desempleo.
	Pérdida de empleo		
Inundaciones	Pérdida de infraestructura	Cambio de clima (fenómeno de la niña).	Pérdida de infraestructura.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A	Ubicación geográfica.	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Paro en producción	Desbordamiento de ríos y/o quebradas.	Pérdidas monetarias.
	Pérdidas económicas para la empresa		Desempleo
	Conflictos económicos para los trabajadores.		
	Pérdida de empleo		


Anexo C. Riesgos ambientales. (Continuación)

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
Incendios intencionales	Pérdida de infraestructura	Generación de fogatas.	Pérdida de infraestructura.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A	Fumar	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Paro en producción	Incendio provocado.	Pérdidas monetarias.
	Pérdidas económicas para la empresa.		
	Conflictos laborales.		
	Inestabilidad económica para los trabajadores.		
Deshielo del nevado del Huila	Pérdida de infraestructura	Cambio de clima. (Calentamiento global).	Pérdida de infraestructura.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A	Erupción.	Interrupción de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
	Paro en producción		Pérdidas monetarias.
	Pérdidas económicas para la empresa		Desempleo.
	Conflictos económicos para los trabajadores.		
	Pérdida de empleo.		
	Cambio del POT del municipio.		
Sequia	Disminución de los niveles de agua de pozo (potable)	Cambio de clima. (Calentamiento global, veranos prolongados).	Evaporación de las aguas residuales generando fuertes olores.
	Disminución del caudal de la PTAR por la posible evaporación del agua residual		

Anexo C. Riesgos ambientales. (Continuación)

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
Contaminación de Humedal El Candil	Pérdida de fauna y flora existente	Aumento de vertimiento de aguas residuales de baja calidad.	Contaminación del suelo.
	Disminución de posibles entradas económicas para los habitantes del sector.	Aguas residuales con altos grados de contaminación. (Metales pesados, sólidos suspendidos, bajas en oxígeno).	Contaminación de las aguas (subterráneas y/o superficiales).
	Cambios en la composición del suelo.		Pérdida de la biodiversidad. (Flora y Fauna).
	Riesgos ecológicos.		Disminución de la capa vegetal.

Anexo D. Riesgos externos

 TIPOS DE RIESGO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA GENFAR S.A			
MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO			
¿Qué pasa si...?	Peligros	Circunstancias	consecuencias
Inseguridad	Pérdidas económicas	Deficiencias en el control de seguridad	Pérdidas económicas.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A		
Conflicto armado	Pérdida de la infraestructura	El Cauca es un departamento con presencia guerrillera. (Zona de peligro).	Pérdidas económicas.
	Pérdidas económicas		Personal afectado.
	Afectación de la comunidad GENFAR S.A		
Accidentes vehiculares	Suspensión de vehículos de entrada y salida, interviniendo en exportaciones si se da el caso.	Acceso al parque industrial Caucadesa.	Personal afectado.